Sınıf II. Dönem

METEKSAN

Friendship in Freedom
1016 Sixteenth Street, Northwest
Suite 700, Washington DC. 200 36

Light
~~A~~
Simulated
Emission of
Radiation.

LAZ

R LA-

LASEdr

Do very lik LASER

L LASER

METEKSAN Anonim Şirketi'nde basılmıştır.
Kod No. BK.1/65.A4.40

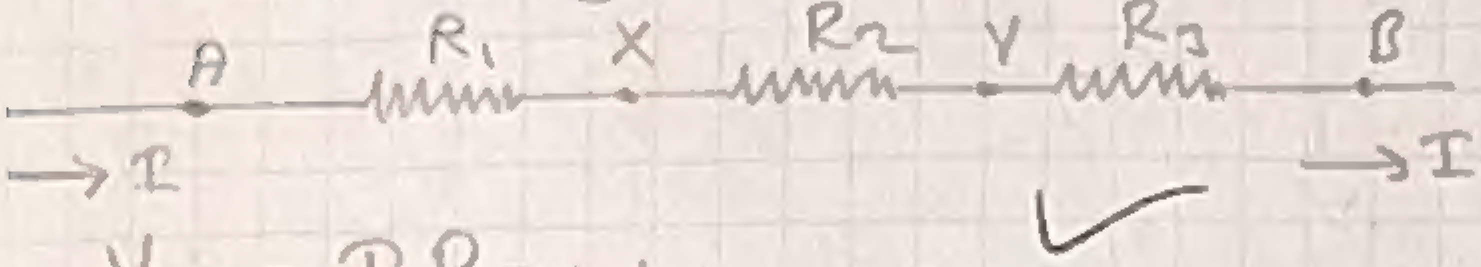
D.'YİN ADI: TFD-14 OHM YASASI 01,02,1991

AMAÇLAR: 1- Voltmetre ve Ampermetrenin kullanımını öğrenmek
2- Ohmik ve nonohmik devre elemanlarının gerilim-akım karakteristiğini bulmak 3- Bu yolla çeşitli devre elemanlarının ve metallerin direncini bulmak 4- Devredeki herbir devre elemanının karakteristiğini bulmak.

ARAÇLAR: DC güç kaynağı, ampermetre, voltmetre, dirençler, ampül, bağlantı kabloları.

TERİMLER:
Ampermetre: Devreden geçen akım miktarını gösteren iç direnci ihmal edilebilir, devreye seri olarak bağlanan bir araçtır.
Voltmetre: Devrenin yada direncin uçları arasındaki gerilim (potansiyel) farkı ölçmeye yarayan, devreye paralel olarak bağlanan, iç direnci büyük bir araçtır.
Direnç: Her madde için gerilim ve akım arasındaki özel bir orandır.
Seri bağlı dirençlerde akım hepsinde aynıdır. Dirençlerin toplamı tüm dirençlerin cebirsel toplamıdır.
Paralel bağlı dirençlerde gerilim hepsinde aynıdır. Toplam direncin tersi tüm dirençlerin terslerinin (cebirsel ...) toplamına eşittir. Aşağıda seri bağlı ve paralel bağlı direnç devreleri için iki örnek verilmiştir.

Seri Bağlı Dirençler:



$V_{AB} = I R_{Total}$

$V_{AX} = I R_1$
$V_{XY} = I R_2$
$V_{YB} = I R_3$

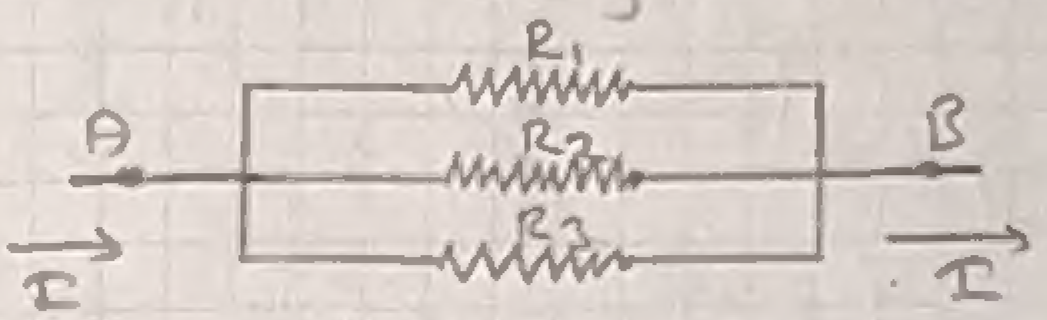
$\Rightarrow V_{AB} = V_{AX} + V_{XY} + V_{YB}$

$V_{AB} = I(R_1+R_2+R_3)$

$R_{Total} = R_1 + R_2 + R_3$

$R_1+R_2+R_3 = \frac{V_{AB}}{I}$

Paralel Bağlı Dirençler:



$I_1 = \frac{V_{AB}}{R_1}$

$I_2 = \frac{V_{AB}}{R_2} \Rightarrow I = I_1 + I_2 + I_3$

$I_3 = \frac{V_{AB}}{R_3}$

$I = V_{AB}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)$

R_{Total} in parallel $\Rightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

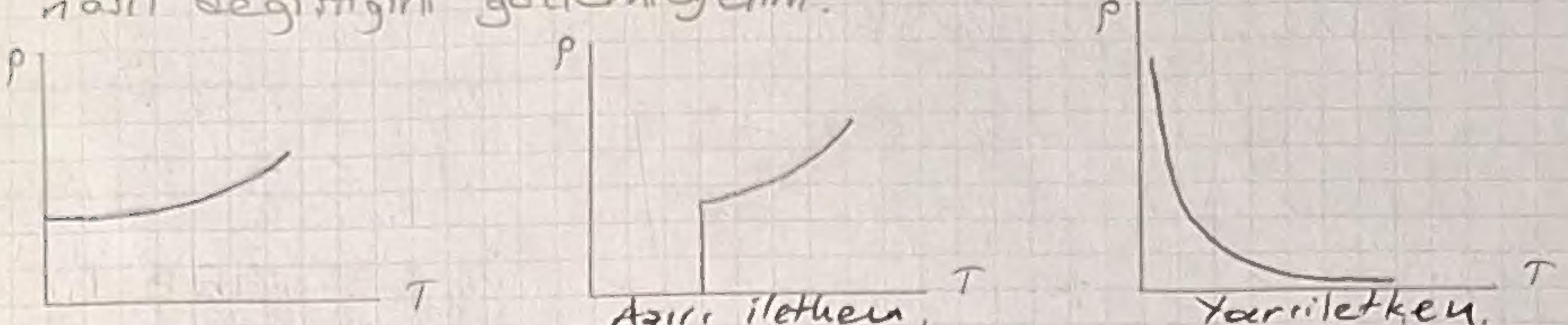
KURAMSAL BİLGİ: Elektrik bir yük akımıdır. Bu akım (I) telden akan yükle orantılıdır. "Birim zamanda akan yük akımıdır." Birimi Amper (A) = $\frac{C}{s}$ 'dir. ($A = C/s$ olur) dir.
Metalik iletkenlerde hareket eden parçacıklar negatif yüklü elektronlardır. Bir metaldeki I akımının uçları arasındaki V potansiyel farkına bağlılığı $I = V/R$ ile ifade edilir. R'nin birimi amper başına volt (V/A)'dır. Birimi ohm-dur, Ω ile ifade edilir. Bu yasaya uyan dirençler ohmic, uymayanlar nonohmic direnç olarak adlandırılır.
Ohm yasası "Sabit bir sıcaklıkta, bir metalik iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkın iletkenden geçen akıma oranı sabittir." şeklinde tanımlanır.

①

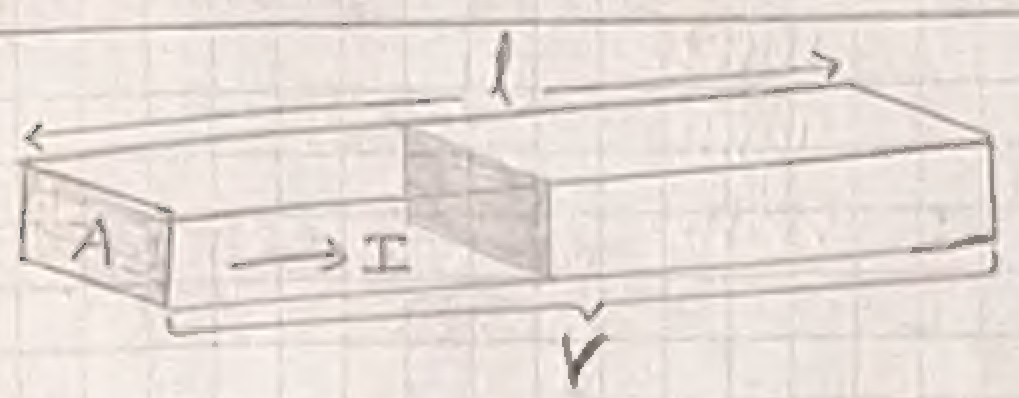
Bazı maddeler için Elektrik alanının akım yoğunluğuna oranı özdirenç olarak tanımlanır.

$\rho = \frac{\vec{E}}{\vec{J}}$ Bu eşitlik özellikle ohm yasasına uyan metaller için geçerlidir. Ohmik olmayan maddeler için $\rho_T = \rho_0 [1 + \alpha (T - T_0)]$ 'dur. $\alpha \to C^{\circ -1}$

Bu tip maddelere daha öncede belirttiğimiz nonohmic maddeler denir. Şimdi bazı iletkenler için ρ'nın sıcaklıkla nasıl değiştiğini görüntüleyelim.



Metal — Aşırı iletken Superconductor — Yarıiletken, Semiconductor



Şimdi Ohm Kanununu inceleyelim. $\vec{E} = \rho \vec{J}$ olduğunu daha önce belirtmiştik. Ama E ve J değerinin direkt olarak ölçülmesi çoğu zaman zordur. Bu yüzden yeni bir eşitlik türetelim.

$I = JA$ ve $U = \vec{E} l$ 'dir. Buradan

$$U = \rho \vec{J} l$$

$$U = \rho \frac{I}{A} l \Rightarrow \frac{U}{I} = \frac{\rho l}{A}$$ olur. Eşitliğin sağ yanı direnç olarak adlandırılır. $R = \frac{U}{I}$. ρ için yazdığımız eşitliği R için yazarsak $R_T = R_0 [1 + \alpha (T - T_0)]$ olur.

S145 - Cevaplar

① Ohm Yasasından $R = \frac{U}{I}$ yazabiliriz. Buradan değerleri yerine koyarsak

$$R = \frac{7,5}{0,12} = 62,5\ \Omega \text{ olur.}$$

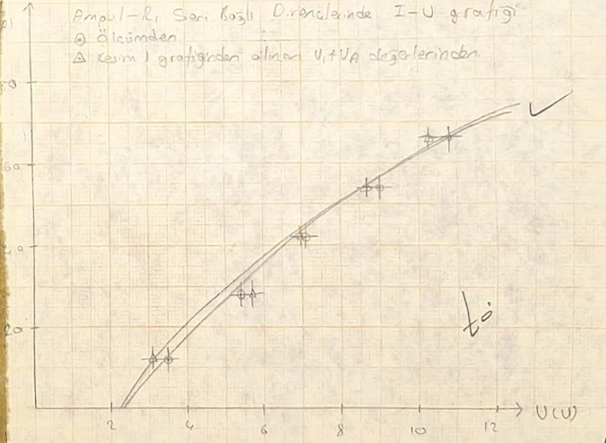
② $I = 2,5\,A$ $R_1 = 75\,\Omega$ $U = ?$ $U = IR = 2,5 \cdot 75 = 187\,V$.

③ Ampül omik bir direnç değildir. Bu yüzden ohm yasasıyla ifade edilemez. Sabit I değerlerinden geçen doğruların eğimlerine bakarsak R'nin azalan bir değerler kümesi olduğunu görürüz.

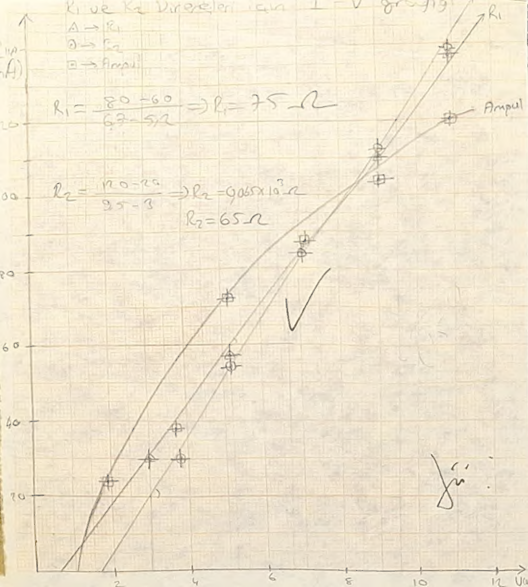
① $I = 12\,mA = 0,012\,A$ $R_1 + R_2 = 200 + 175 = 275\,\Omega$
R_1 ve R_2 seri Bağlı
$U = ?$ $U = 0,012 \cdot 275 = 3,3\,V$

② $U = 8\,V$
$I = 6\,mA = 0,006\,A$
$R = ?$

Seri bağlı devrelerde dirençlerdeki akımın aynı olduğunu biliyoruz. Bu durumda; ampülün uçları arasındaki potansiyeli bu akımda (6mA) grafikten 1,2 V olarak okunur. Bu durumda R_x'in uçları arasındaki U değeri 6,8 V olur. $R_x = \frac{6,8}{6\,mA} \cdot 10^3 = 1133\,\Omega$ olur.



Ampul-R1 Seri Bağlı Dirençlerinde I-U grafiği
⊙ ölçümden
△ resim 1 grafiğinden alınan U1+UA değerlerinden
20
40
60
80
2
4
6
8
10
12
U(V)


R1 ve R2 Direnceleri için I-V grafiği
A → R1
⊙ → R2
⊡ → Ampul
I (mA)
R1 = (80 - 60)/(6,7 - 5,2) ⇒ R1 = 75 Ω
R2 = (120 - 20)/(9,5 - 3) ⇒ R2 = 0,065 x 10³ Ω
R2 = 65 Ω
R1
Ampul
20
40
60
80
100
120
140
2
4
6
8
10
12
V

DENEYİN YAPILIŞI:

Kesim ① a) Gerilimin 0-10,8 V arasındaki 1,8 V'luk artışlardaki değerleri için I akımını ölçtük. b) Tüm direnç ve ampüller için bu işlemleri tekrarladık. c) Her eleman için V'ye karşı I akımını grafik kağıdına çizdik.
Kesim ② a) R_1 direncini ampülle seri bağladık, iki uç arasındaki U geriliminin farklı değerleri için I akımını ölçtük. ② ölçümle bulunan I-V grafiğiyle Kesim ①'den alınan U_1+U_A değerleriyle çizilen U-I grafiğini karşılaştırdık.

VERİLER:

Kesim ① → Tek Bir Devre Elemanının Gerilim-Akım Karakteristiği

R_1		R_2		Ampul	
U (V)	I (mA)	U (V)	I (mA)	U (V)	I (mA)
3,5	30	3,8	30	1,9	24
5,2	57	5,3	54	3,7	38
7,1	84	7,1	84	5,2	72
9,0	110	9,0	112	7,1	88
10,9	137	10,9	138	9,0	104
				10,9	120

Grafikten elde edilen R değerleri

$R_1 = 75\ \Omega$

$R_2 = 65\ \Omega$

✓

Kesim ② Seri Bağlı İki Devre Elemanının Gerilim-Akım Karakteristiği

R_1 ve Ampul (Seri B.)		U grafik
U (V)	I (mA)	(V)
3,5	12	3,1
5,4	28	5,7
7,1	42	7,0
9,0	54	8,7
10,8	66	10,3

Bu akım değerleri için ilk grafikten R_1 ve Ampul için alınan U değerlerinin toplamından elde edilen değerler;

$U_1 = 1,3 + 1,8 = 3,1$ V
$U_2 = 2,4 + 3,3 = 5,7$ V
$U_3 = 3,0 + 4,0 = 7,0$ V
$U_4 = 3,8 + 4,9 = 8,7$ V
$U_5 = 4,5 + 5,8 = 10,3$ V

Görülüyor ki grafikten elde edilen U değerleri deneydeki hata oranı göz önüne alındığında ölçüm sonuçlarıyle aynıdır. ✓ h-

HATA HESABI:

R_1 direnci için; $\frac{\Delta R_1}{R_1} = \frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta I}{I} \Rightarrow \frac{\Delta R_1}{84} = \frac{0,3}{6,7} + \frac{3}{80}$

$\Delta R_1 = 19\ \Omega$

R_2 direnci için; $\frac{\Delta R_2}{R_2} = \frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta I}{I} \Rightarrow \frac{\Delta R_2}{150} = \frac{0,3}{7} + \frac{3}{20} \Rightarrow \Delta R_2 = 37,$

SONUÇ: Sonuç olarak I-V ve I_2-V_2 grafikleri doğru çıkarken direnç değerleri $R_1 = 75 \mp 19\ \Omega$ ve $R_2 = 65 \mp 38\ \Omega$ oldu. Ampulün grafiği ise eğri çıktı. İkinci kesimde yine bir eğri elde ettik.

YORUM: Deney sonuçlarından elde ettiğim sonuç R_1 ve R_2 dirençlerinin iyi bir yaklaşıklıkla OHM YASASına uydukları ampülün ise bu yasaya uymayışıydı. Ampulün sıcaklığı (bunu parlaklığın artışıyla gözlemliyoruz) arttıkça direncinin de arttığını gördük. Ayrıca akım R_1 ve R_2 direncinde olduğu gibi V ile doğru orantılı artmıyor, I deki artış V'ye oranla daha az kalıyordu.
Deneydeki hatalar ise gözlem ve deney düzeneğinden kaynaklanıyordu.

Deneydeki bağıl hatamız ise $\delta H_{R_1} = \frac{|75 - 70|}{70} = \%7$

ve $\delta H_{R_2} = \frac{|65 - 75|}{75} = \%13$ oldu. ✓

Yine Kesim 2'de seri bağlı devrenin iki ucu arasındaki geriliminin bu devredeki elemanların aynı akımdaki gerilimlerinin toplamına eşit olduğunu gördük.

8.3.1991

Aö.

2

DENEYİN ADI: TFD-15 KIRCHHOFF YASALARI

AMAÇLAR : Çeşitli devrelerdeki akım ve gerilimleri, Kirchoff yasalarını kullanarak hesaplanan değerlerle karşılaştırmak

ARAÇLAR: DC güç kaynağı, Voltmetre, Ampermetre, Dirençler, Bağlantı Kabloları.

TERİMLER:
Akım: Birim zamanda belirli bir alandan geçen yük miktarıdır. $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ ile verilir.
Akım Yoğunluğu: Birim yüzey alandan geçen akımdır. $J = \frac{I}{A} = nqv_d$ $\quad v_d = \frac{J}{ne}$ $\quad v_d \cdot ne = J$
u: parçacıkların (yük) akma hızı
n: yük yasısı
q: yükün miktarını ifade eder.
EMK: Elektrik devresinde parçacıkları düşük potansiyelden yüksek potansiyele götüren kuvvete emk (electromotore ~~kuvvet~~) denir. Bataryalar, elektrik generatörü, ~~güneş pili~~, fuel cell'ler buna bir örnektir.
Güç: Bir devre elemanının gücü o elemanın uçlarındaki potansiyel farkın akımla çarpımına eşittir veya

$P = VI = I^2R = \frac{V^2}{R}$ dir.

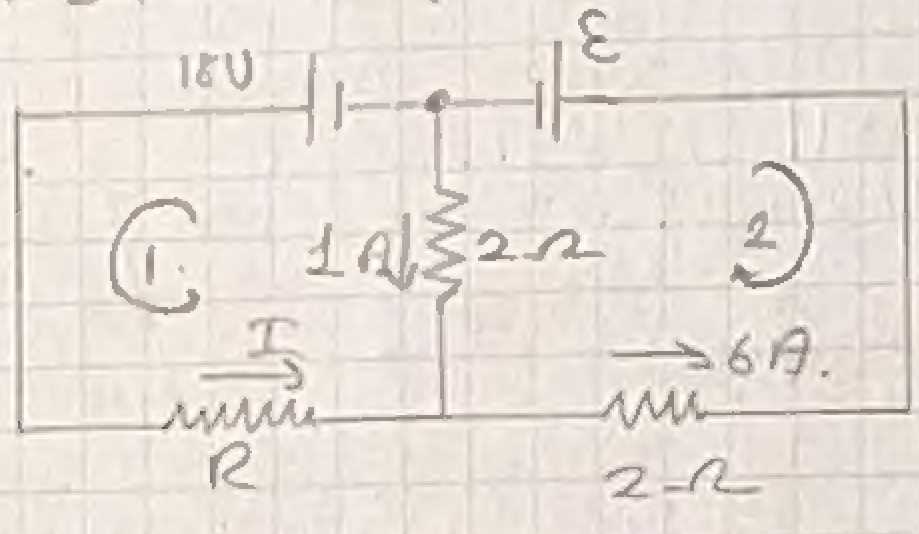
Reostalar, potansiyometreR: Değiştirilebilir dirençlerdir.

KURAMSAL BİLGİ: Kirchoff kanunları olarak bilinen yasaların tanımları şu şekildedir.

① Bir dal üzerindeki noktadan geçen akımların toplamı ile bu noktadan çıkan akımların toplamı sıfır (0)'a eşittir. ya da;
bir devrenin herhangi bir noktasına gelen gelen toplam akım o noktadan çıkan toplam akıma eşittir.

② Bir devrede herhangi bir gözdeki potansiyel farkların toplamı sıfırdır, veya,
Bir devrenin herhangi iki noktası arasındaki potansiyel fark bu noktaları birleştiren herhangi bir yol için aynıdır.

Şimdi 2 gözlü bir devrede bu kuralların bir uygulamasını görelim ve inceleyelim ve bu kurallar yardımıyla bilinmeyen I, R, E değerlerini bulalım.



Kirchhoff'un 1 yasasından
$I + 1A - 6A = 0$ yazabiliriz. Bu durumda
$I = 5$ olur.

Kirchhoff'un 2 yasasından
$18V - 5 \cdot R + 1 \cdot 2 = 0$
$R = 4\,\Omega$ olur.

Yine Kirchoff'un 2 yasasından

$\varepsilon + 6 \cdot 2 + 1 \cdot 2 = 0$
$\varepsilon = -14V$

Ya da $\varepsilon + 6 \cdot 2 + 5 \cdot 4 - 18 = 0$
$\varepsilon = -14V$ olarak bulunur.

Kaynaklar: ① Temel Fizik Deneyleri Laboratuvar Kılavuzu Doç.Dr. Rıza Sungur.
② University Physics (Sears, Zemansky, Young)
③ Fundamentals of Physics, (Halliday, Resnick)
④ College Physics (Weber, Manning, White, Weygand)

DENEYİN YAPILIŞI

① R_1, R_2, R_3 dirençlerinin her biri [illegible] ve [illegible]

② V-I [illegible]

③ [illegible] devre [illegible] deneylerinden [illegible] akımları [illegible]

SORULAR

1) 1. devrede I akımı seri devre dirençler [illegible] aynı [illegible]. [illegible] 2. devrede I akımı $I = I_1 + I_2 + I_3$ şeklinde verilir. [illegible]

2) 1. devrede [illegible] $\varepsilon = V_1 + V_2 + V_3$ [illegible] 2. devrede [illegible] [illegible]

3) 1. devre

$R = \frac{\varepsilon}{I} = \frac{5,1}{0,01} = 510\ \Omega$

2. devre

$R = \frac{\varepsilon}{I} = \frac{5,2}{[illegible]} = 50\ \Omega$

3. devre

$R = \frac{\varepsilon}{I} = \frac{5,1}{0,068} = 75\ \Omega$

4. devre

$R = \frac{\varepsilon}{I} = \frac{5,1}{0,028} = 182\ \Omega$

4) [illegible]

paralel → [illegible]

⑤ Gerçekte güç kaynakları [illegible] olarak [illegible] ve r ile [illegible]

$V_{ab} = \varepsilon - Ir$ şeklinde [illegible]

[illegible] direnç [illegible] belirleyi[illegible]

$\frac{1}{R} = [illegible]$

[illegible] $\frac{3R}{4}$ olur

VERİLER

R_1		R_2		R_3	
$V_1(V)$	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

$R_1 = 92\ \Omega$

$R_2 = 139\ \Omega$

$R_3 = 3??\ \Omega$

Devre I

	[illegible]	[illegible]
[illegible]	5,1	5,1
[illegible]	10	3
[illegible]	1,0	0,8
[illegible]	1,2	1,3
[illegible]	3,0	3,0

Devre II

	[illegible]	[illegible]
[illegible]	3,2	3,2
I	63	66
I	35	40
I	20	21
I	10	10

Devre III

	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	5,1
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	8,5
[illegible]	11	1,6
[illegible]	1,5	1,5
[illegible]	[illegible]	3,3

Devre V

	[illegible]	[illegible]
[illegible]	5,1	5,1
I	28	27
I	19	17
I	9	11
V_1	2,2	2,2
V_2	3,0	2,6

HESAPLAMALAR.

Devre 1: $R_{es} = R_1 + R_2 + R_3 = 85 + 150 + 330 = 565\ \Omega$

$I = \frac{E}{R_{es}} = \frac{5,1}{565} = 0,009A = 9 \cdot 10^{-3} = 9\ mA$

seri devrelerde tüm R dirençlerinden aynı akım geçtiğinden

$V_1 = 0,009 \cdot 85 = 0,8\ V$

$V_2 = 0,009 \cdot 150 = 1,3$

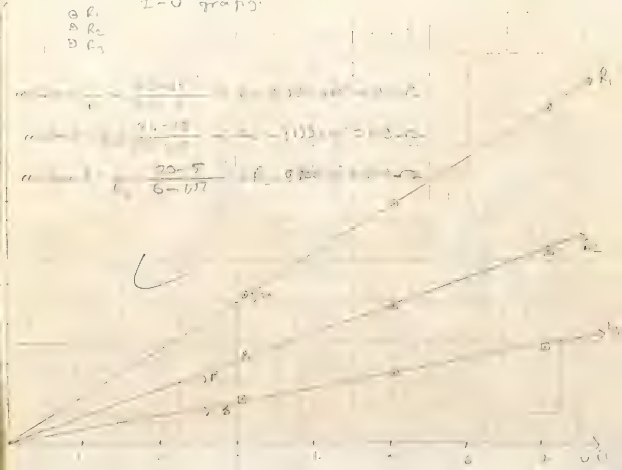
$V_3 = 0,009 \cdot 330 = 3,0\ V$

Devre 2:

[illegible] $\frac{1}{R_{es}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{85} + \frac{1}{150} + \frac{1}{330} \Rightarrow R_{es} = 48\ \Omega$

Paralel devrelerde tüm [illegible] aynı potansiyel [illegible] olduğunu [illegible]

$I = \frac{E}{R_{es}} = \frac{3,2}{48} = 66$ $\qquad I_1 = \frac{E}{R_1} = \frac{3,2}{80} \cdot 10^3 = 40\ mA$


I-V graph
R1
R2
R3
23-5
6-1.17

$I_2 = \frac{3,2}{R_2} = \frac{3,2}{150} \cdot 10^3 = 21\ mA$ $\qquad$ $I_3 = \frac{3,3}{R_3} = \frac{3,3}{330} \cdot 10^3 = 10\ mA$

Devre 3 için;

$\frac{1}{R_{es}} = \frac{1}{80} + \frac{1}{330+150} \Rightarrow R_{es} = 69\ \Omega$

$I = \frac{\varepsilon}{R_{es}} = \frac{5,1}{69} \cdot 10^3 = 73\ mA$

$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1} = \frac{5,1}{80}\ 10^3 = 63\ mA$

$I_2 = I - I_1 = 73 - 63 = 10\ mA$ $\qquad$ (Kirchoff'un 1. yasasından)

$V_2 = I_2 \cdot R_2 = 0,01 \cdot 150 = 1,5\ V$

$V_3 = I_2 \cdot R_3 = 0,01 \cdot 330 = 3,3\ V$

Devre 4 için;

$R_{es} = R_1 + \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)^{-1} = \left(80 + \left(\frac{1}{150} + \frac{1}{330}\right)^{-1}\right) = 183\ \Omega$

$I = \frac{\varepsilon}{R_{es}} = \frac{5,1}{183} \cdot 10^3 = 28\ mA$

$I_2 = \frac{\varepsilon - R_1 I}{R_{es}} = \frac{5,1 - 80 \cdot 0,028}{183} \cdot 10^3 = 17\ mA$

Kirchhof'un 1. yasasından $I_3 = I - I_2 = 28 - 16\ mA = 11\ mA$

$V_1 = I \cdot R_1 = 0,028 \cdot 80 = 2,2\ V$

$V_2 = I_2 \cdot R_2 = 0,017 \cdot 150 = 2,6\ V$

10.3.1991

[illegible]

Devre 1: I. devre alımı için

$BH = \frac{|10 - 9|}{10} \cdot 100 = \%10$

Devre 2: I. devre alımı için

$BH = \frac{|63 - 66|}{63} \cdot 100 = \%4$

Devre 3: I. devre alımı için

$BH = \frac{|68 - 73|}{68} \cdot 100 = \%7$

Devre 4: [illegible] devre alımı için $\qquad$ $|BH| = \frac{|28 - 28|}{28} = \%0$ HATA

YORUM: Yaptığımız deney sonucunda ölçülen ve hesaplanan değerler hata [illegible] göz önüne alınırsa [illegible] eşit çıktılar. Böylelikle Kirchhoff kurallarının [illegible] [illegible] Deneydeki [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] 3 altını [illegible] [illegible] [illegible] kullandığımız [illegible] hata [illegible] [illegible]

Açıklama (Hata Hesabı);

Hata hesabı için aşağıda basit bir örnek çıkarılmıştır. Diğer formüller de de aynı mantıklar tekrarlanır.

$$U = IR$$

$$\ln U = \ln(IR)$$

$$\ln U = \ln I + \ln R$$ yazıldıktan sonra [illegible] [illegible] türevlerini alırız.

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{\Delta I}{I} + \frac{\Delta R}{R}$$ olur. Burada 2 değer (I ve R) için yapılan hata ΔI, ΔR yerine konur ve çıkan değer [illegible] her bir değerler topluluğu konur ve ΔU bulunur. [illegible] (U) yukarıdan sonra [illegible] [illegible] $U \mp \Delta U$ şeklinde verilir.

DENEYIN ADI: TFD-18 / OSILOSKOP ; TFD-22 / DALGA [illegible] ÖLÇÜMLERI

DENEYIN AMACI: 1- Osiloskobun tanıtılması
2- Osiloskopla ölçme yapmayı öğrenmek
3- Osiloskopla alternatif akımın özelliklerinin incelenmesi
4- AC gerilimin etkin ve max [illegible] ölçülmesi için
5- Osiloskop yardımıyla bir AC gerilim [illegible]
6- Yarım dalga ve tam dalga doğrultucuların özellikleri [illegible]
[illegible] incelemek

KAVRAMLAR!

Direnç [illegible]: Sabit bir sıcaklıkta, bir metalik iletkenin uçları arasındaki [illegible] iletkenden geçen akıma oranı sabittir ve direnç olarak adlandırılır. Bu [illegible] $R = U/I$ ile tanımlıdır. Birimi volt/amper = ohm (Ω) dur.

KONDANSATÖR: İki iletkenin bir yalıtkanla ayrılması formuna kondansatör denir. [illegible] eşit ve zıt yük taşırlar. Yani [illegible] sıfırdır. Bir kondansatörde yükün [illegible] oranı kapasitans [illegible] adını alır.

$$C = \frac{Q}{U_{ab}} = C \cdot V^{-1} = \text{Farad}$$

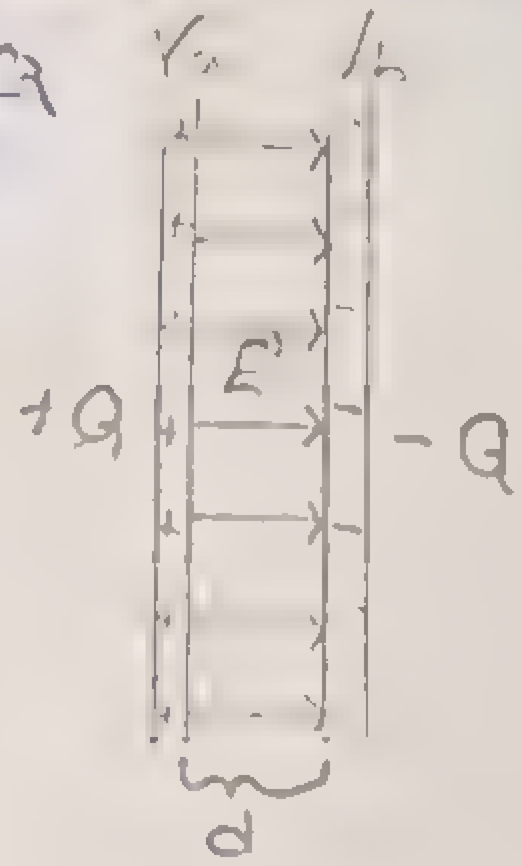
Q yüküne sahip bir kondansatör, dendiğinde yüksek potansiyele sahip iletkenin [illegible] $-Q$ yükünü [illegible] anlaşılır.

— Paralel [illegible] kondansatörler
[illegible] bir kondansatörde [illegible] ve σ yüzeysel yoğunluk [illegible] E

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 A}$$ ile verilir. Bu durumda (ϵ_0) [illegible] $\sigma = Q/A$

[illegible]

$$U_{ab} = Ed = \frac{1}{\epsilon_0} \frac{Qd}{A} \text{ olur.}$$



$$\frac{Q}{V_{ab}} = \epsilon_0 \frac{A}{d} \text{ olur.}$$

[illegible] $\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ [illegible]

[illegible]

[illegible] alçaltıcı ya da yükseltici, araçlara transformatör [illegible] olmaktadır.

Bir transformatörde

U_1 [illegible] N_1 [illegible] formüller [illegible]

Ayrıca $I_1 \cdot U_1 = I_2 \, U_2$ eşitliği de vardır.

PERİYOT: Bir tam devir yapmak için gerekli zamandır [illegible]

FREKANS: [illegible] Frekansın birimi [illegible] (Hz)'dir. Saniyedeki devir sayısıdır. Gösterimi f dir.

$$f = \frac{1}{T} \text{ 'dır}$$

Bir sinüzoidal gerilim $U = U_0 \sin 2\pi f t$ olarak verilir. [illegible] alır.

[illegible] ortalama [illegible] matematiksel ifadesi:

$$U_{ef} = \frac{1}{T}\int_0^T U^2\, dt \text{ 'dır}$$

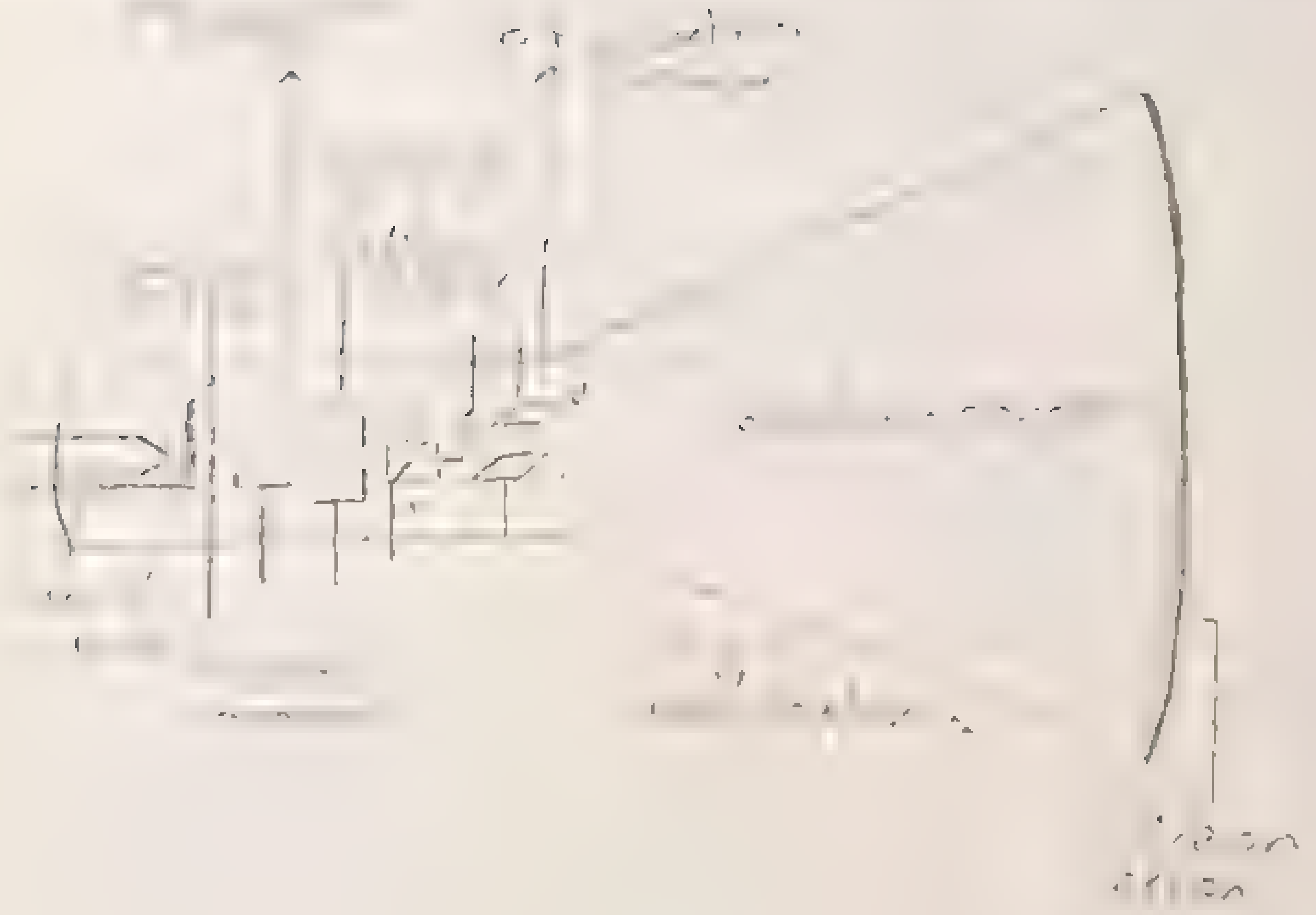
$$U_{ef} = \left(\frac{1}{T}\int_0^T U_0^2 (\sin 2\pi f t)^2\, dt\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$U_{ef}^2 = \frac{U_0^2}{T}\int_0^T \sin^2 2\pi f t\, dt = \frac{U_0^2}{T}\int_0^T \frac{1-\cos 4\pi f t}{2}\, dt$$

$$U_{ef}^2 = \frac{U_0^2}{2}\int_0^T \cos 4\pi f t\, dt = A\left[\sin 4\pi f T\right]_0^T = A\left(\sin 4\pi \tfrac{1}{T} T - \sin 4\pi f\right.$$

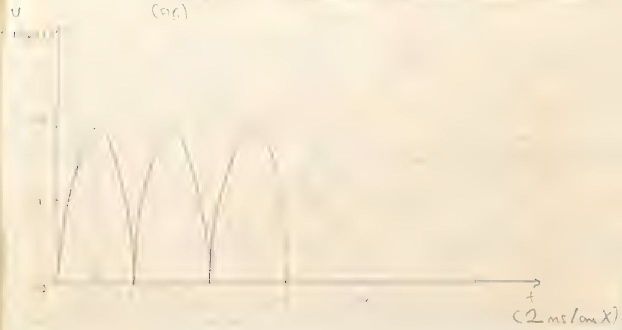
$$= A$$

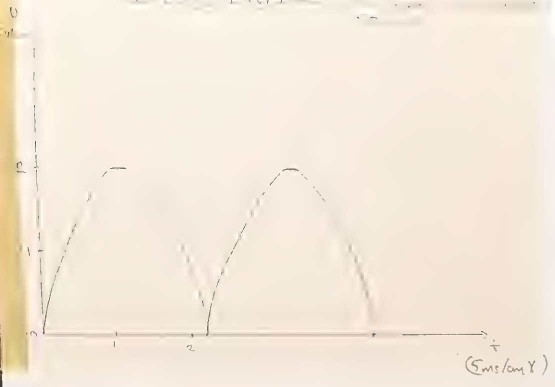
$$U_{ef} = \frac{U_0}{\sqrt{2}} \text{ olur}$$



Katot [illegible] yayılan elektronlar [illegible] ile floresan ekranda [illegible] bir görüntü oluşturur.

[illegible]


U
t
(2 ms/cm X)



1
2
t
(5ms/cm X)

DENEYİN YAPILIŞI:

Düzenek, 0-50 kHz arasındaki sinyallere duyarlı ve min 50 mV [illegible] osiloskop, 4,5 V'luk pil, 0-9 V çıkışlı transformatör, röle.

Osiloskopta düşey sapma V/cm, yatay yerdeğiştirme s/cm

① * Düşey büyütme ölçek düğmesi 5 V/cm konumuna getirilir.
* Zaman tarama düğmesi 5 ms/cm konumuna getirilir.
* Yatay ve düşey konum kaydırma düğmeleri ile izi ekran merkezine getir
* Çiftlenim anahtarını DC'ye çevir
* Pilin (-) ucunu toprak girişine, (+) kutbunu sinyal girişine bağla
* Düşey sapmayı ölç
* D.B.Ö.D konumunu daha kesin değer okuyabilmek için değiştir (En küçük V/cm değerini seç - iz ekran üzerinde kalmak koşuluyla -)
* Pilin kutuplarını değiştir.

② * 4,5 V'luk pili rölenin NC ve NO uçlarına bağla
* Osiloskobu rölenin orta ucu ile NC ucu arasına bağla
* [illegible]
* Sinyali gözle ve ölç, çiz
* [illegible] konumuna dikkat et
* Anahtarı AC'ye çevir, ve sinyali DC'deki ile karşılaştır.

③ * Transformatörün çıkış uçlarını osiloskop girişine bağla.
* Anahtarı DC konumuna getir.
* TRANSFORMATÖRÜ PRİZE TAK.
* Sinyali ölç.
* [illegible] AC'ye [illegible]

VERİLER

① 4,5 V'luk pille yapılan ölçümler;

a) Sapma ______ cm = ______ volt.

b) Sapma ______ cm = ______ volt.

Ⅱ 4,5 V'luk ve röle ile [illegible]

a) Çiftlenim anaht. DC konumunda
① V_{t-t} =

② T =

b) Ç.A AC konumunda;
① V_{T-T} =

② T = ______

Ⅲ Transformatör ile yapılan ölçümler,

a) Çiftlenim A. DC konumunda
Ⅰ V_{t-t} =

Ⅱ T = ______

b) Ç.A. AC. konumunda;
Ⅰ V_{t-t} =

Ⅱ T = ______

VERİLERİN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ:

① AC sinyaller için frekansları
______

⑤ [illegible]

Uort 1 =

Uort 2 =

KISIM 2:

Deneyin Yapılışı

① Osiloskop [illegible] 2 V [illegible] yatay sayfasında [illegible] 10 ms [illegible]

* [illegible] (ettir.) osiloskop ve AC [illegible]

* [illegible]

* [illegible] A ve Y [illegible]

[illegible]

* [illegible]

* [illegible]

(II) [illegible]

* [illegible]

* [illegible] frekansı [illegible]

③ KZ2-9 daki devreyi kur.

* [illegible]

* Frekansı 600, 1200, 12000, 120000 Hz ve 600000 Hz [illegible] in frekansını osiloskoptan ölç.

* Ekranda 10 periyodluk sinyal [illegible]

KISIM II - VERİLER

- Osiloskop ile AC gerilimi ölçümü

a) Transformatörlü bir devrede [illegible] ölçümü

	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible] (V)	[illegible] (V)
[illegible]	4,0	2,8	6,5	4,6	10,0	7,1
[illegible]	3,1	2,2	5,7	4,0	8,8	6,2

b) Sinyal Üreteçli Bir Devrede Fark[illegible] ölçümü

[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	11,0	11,0	11,0	11,0
	[illegible]	7,8	7,8	7,8	7,8
[illegible]		7,7	7,3	7,8	12,2

Term.

[illegible]

– Osilaskop Yardımı ile bir Sinüsel [illegible] Frekansının Ölçülmesi

	Sinyal Üretecinde Yazılı Frekans				
	[illegible]	15 [illegible]	12 [illegible]	[illegible]	60 [illegible]
[illegible]	0,01			436·10	
[illegible]	11,1			21,7	
[illegible]	556,0	572,0		108,7	

YORUM: Bu deneyde [illegible] akımı osilaskop yardımıyla inceleyerek frekans, genlik değerlerini bulduk. Osilaskobu tanıdık ve bu [illegible] ile [illegible]. Diyotların AC akımı nasıl [illegible] doğrulttuklarını inceledik. AC akımın Vef değeri hakkında bilgi edindik.

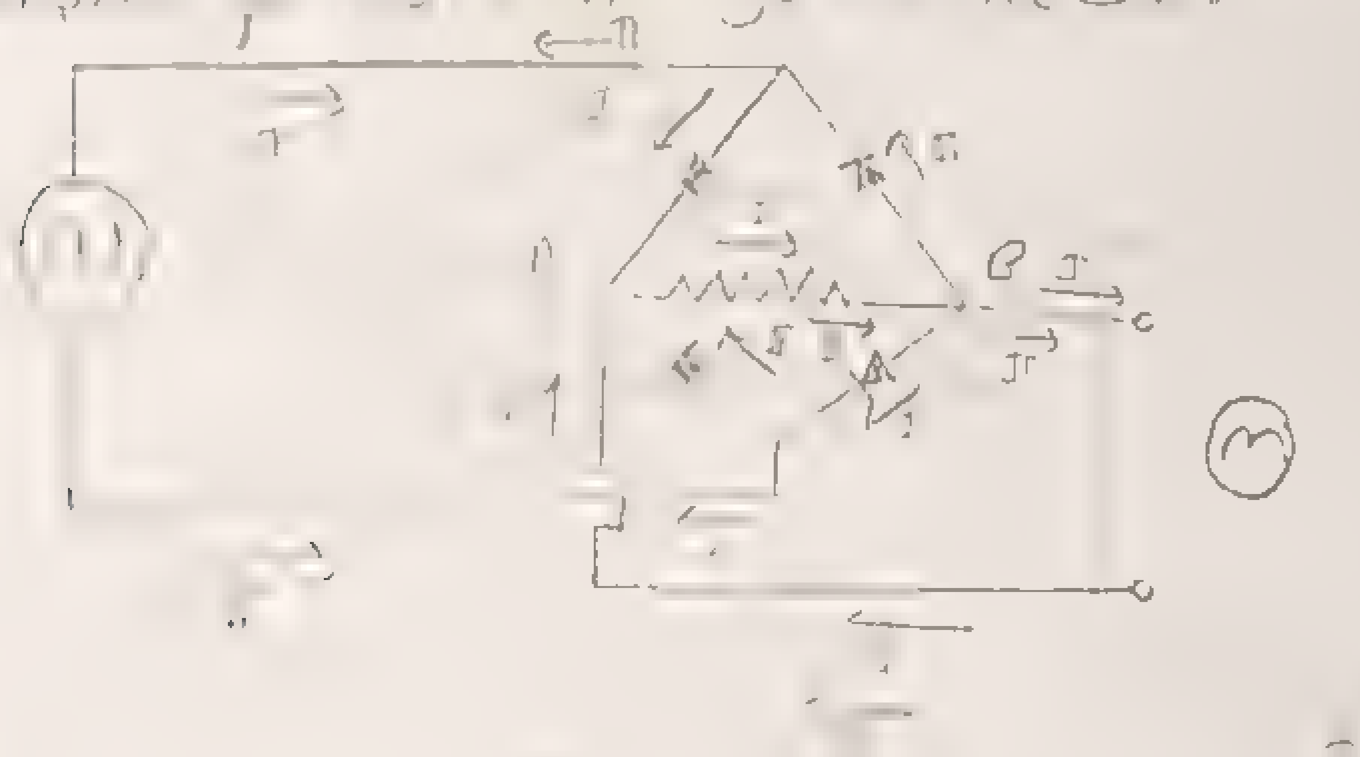
Deneyin [illegible] kısmında osilaskopla AC gerilim ölçerini karşılaştırdığımızda [illegible] vardık:

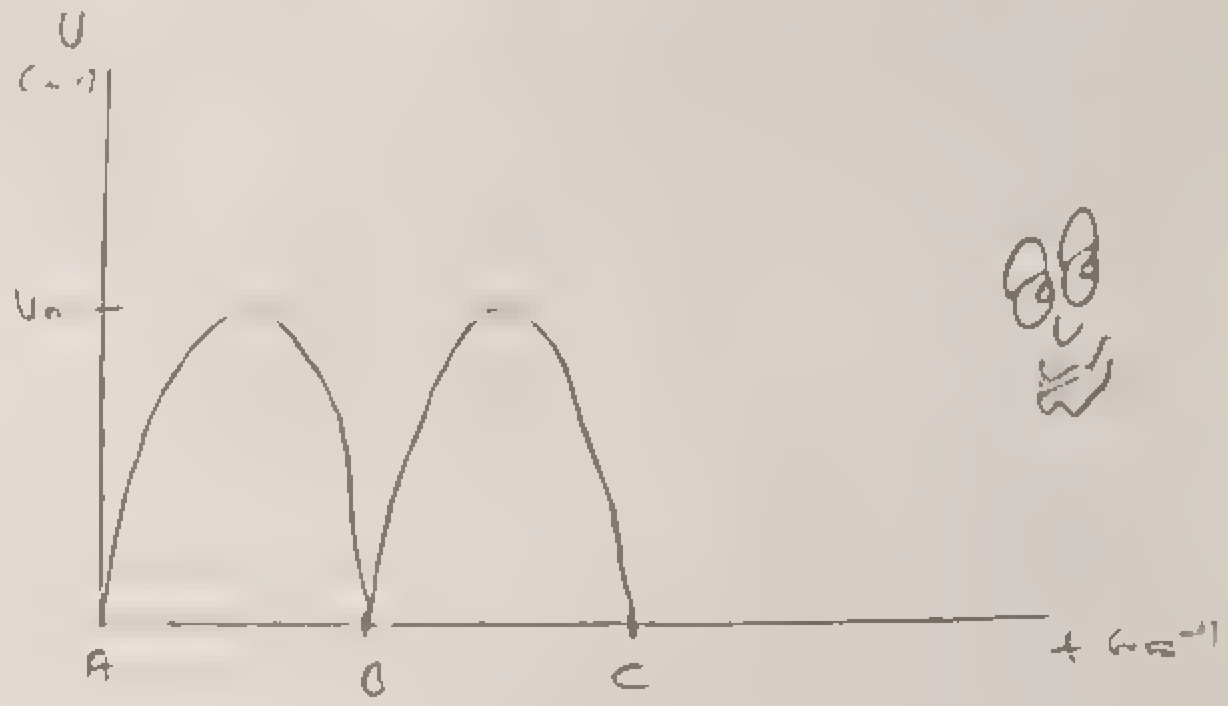
1- Yüksek frekansa sahip akımlarda osilaskopta gözlenen değerler AC gerilim ölçerine göre çok daha hassastı. Çünkü AC gerilim ölçer yüksek frekanslı akımlarda orjinal gerilim değerinden [illegible] gösteriyordu.

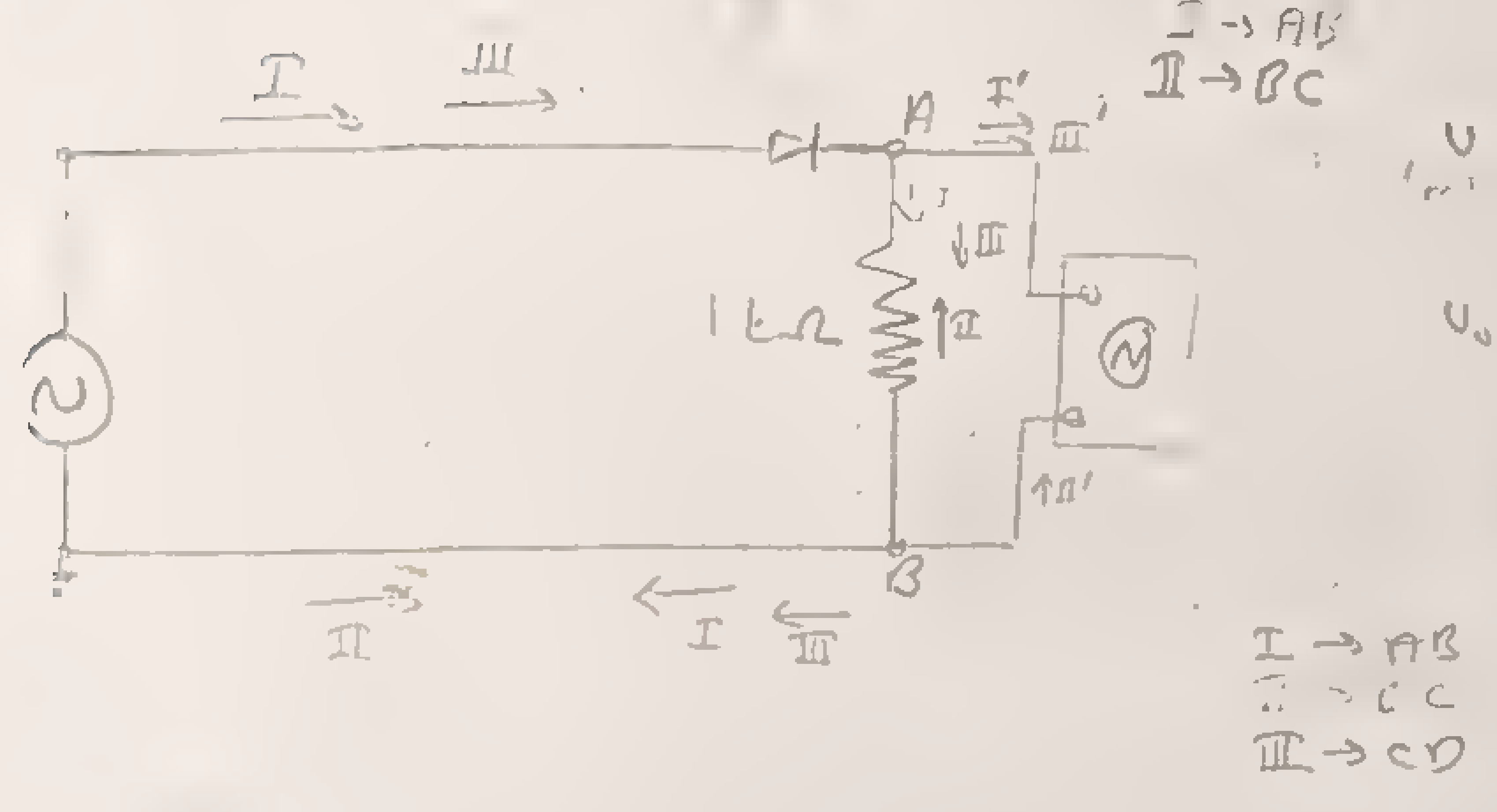
2- AC gerilim ölçer AC akımın Vef değerini doğrudan verirken [illegible] genlik [illegible]

[illegible] sonra verdik; osilaskop el. [illegible] dalga [illegible] bulunması istenen V_0 genlik ve frekans değerleri [illegible] hassas oluyordu.

Deneyin II. kısmında [illegible] ve yarımdalga doğrultmasında diyotların [illegible] gözlemledik.

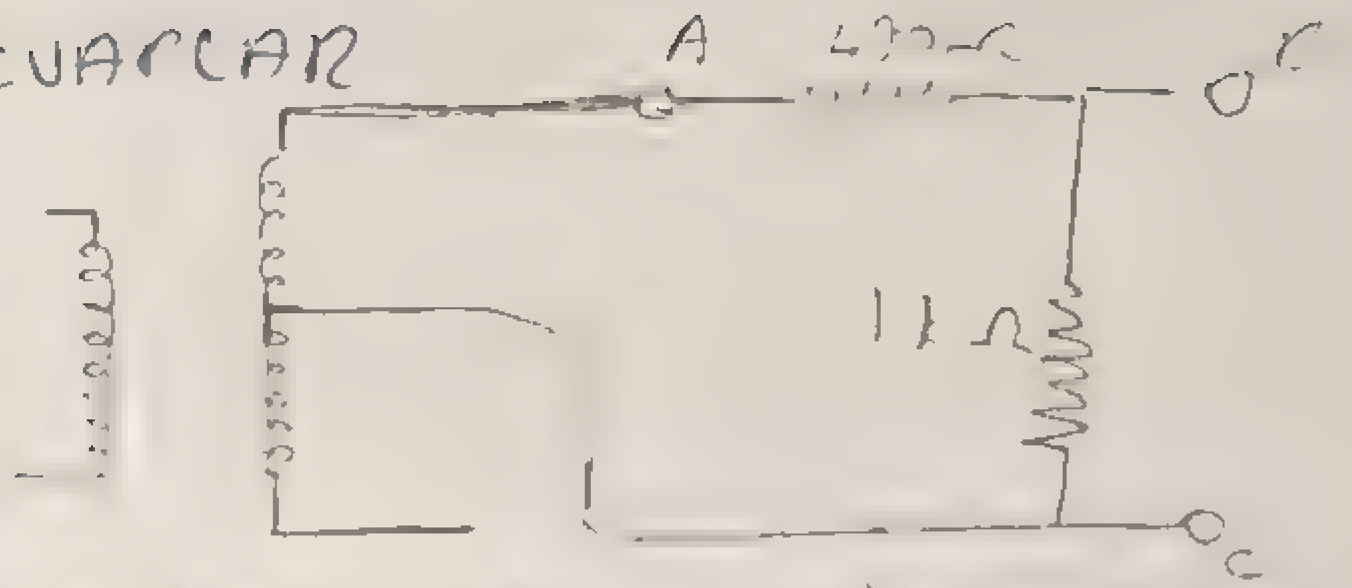




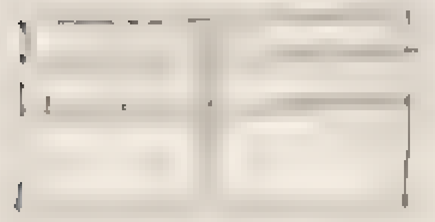


CEVAPLAR

1-

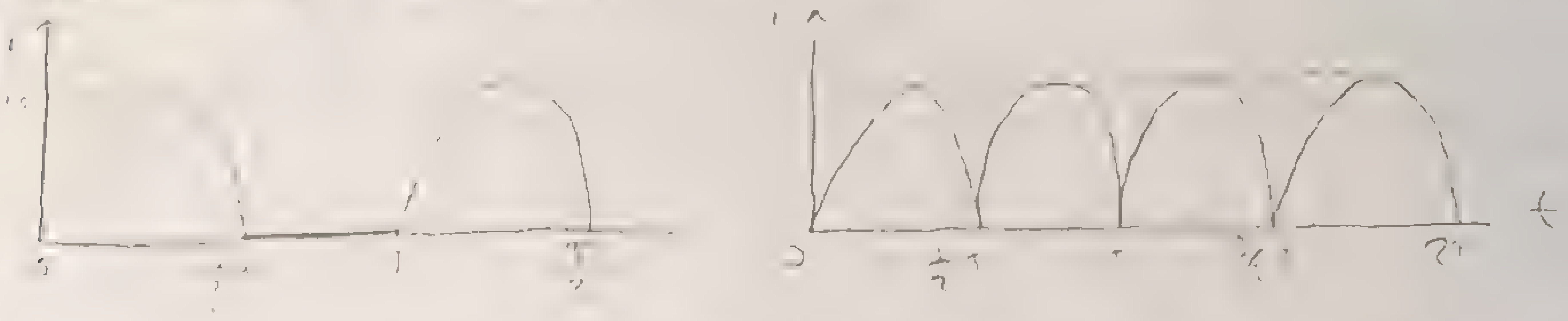


Görüldüğü gibi bu devrede A ve C noktalarına [illegible] [illegible] olur



2) [illegible] daha hassas ve [illegible] yapılabilir

3)



4) Şekildeki (22-6) [illegible] yeni [illegible] olanlar

$R = [illegible] - 1610\Omega$

$I = \frac{U}{R} = [illegible] \cong 6.10^{-3} A$

15.3.91

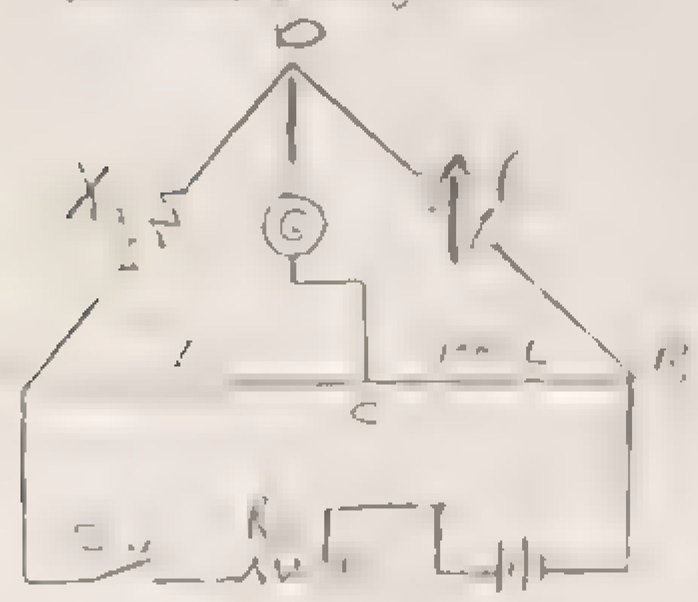
[illegible signature]

DENEYİN [illegible]: 7-0-16 [illegible] [illegible] [illegible]

DENEYİN AMACI: 2 ayrı ölçüm [illegible] [illegible] [illegible] ve paralel [illegible]
a) [illegible] [illegible] [illegible] köprü [illegible]
b) [illegible] [illegible] [illegible] köprü düzeneği ile ölçmek.

Malzemeler: [illegible] [illegible], [illegible] simetrik [illegible] [illegible], [illegible], [illegible], pil, [illegible], tel sürgülü w.s. köprüsü [illegible] w.s. köprüsü düzeneği.

KURAMSAL BİLGİ



[illegible], [illegible] hem bir [illegible] [illegible] bir [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] bu gözlemin V.metre ve A.metreye göre [illegible] [illegible] kurar.

[illegible] [illegible] G metredeki sapma nın sıfır yapılmasıyla direnç [illegible] bir eleman [illegible] ile [illegible] karşılaştırılır.

[illegible] X_a AD arasına [illegible] direnç [illegible] [illegible] (μA [illegible]) [illegible] yer değiştire [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] bunun [illegible] [illegible] [illegible] noktası bulunabilir. Bu halde köprü [illegible]

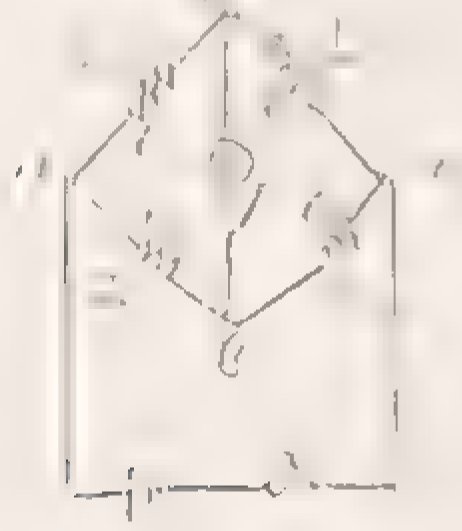
Bu durumda $V_{AD} = V_{AC}$ ve $V_{DB} = V_{CB}$ olur. [illegible] bu durumda X_a ve R'den geçen akım aynı olur. Buna I_1 [illegible] [illegible] geçer. [illegible] [illegible] R_{AC} ve [illegible] [illegible] R_{CB} [illegible],

$$\left.\begin{aligned} I_1 X_a &= I_2 R_{AC} \\ I_1 R &= I_2 R_{CB} \end{aligned}\right\} \quad X = \frac{R_{AC}}{R_{CB}} \cdot R \text{ olur.}$$

Şekil için bu denklem; $X = R \dfrac{L}{100-L}$ olur

EK BİLGİ:

(1)

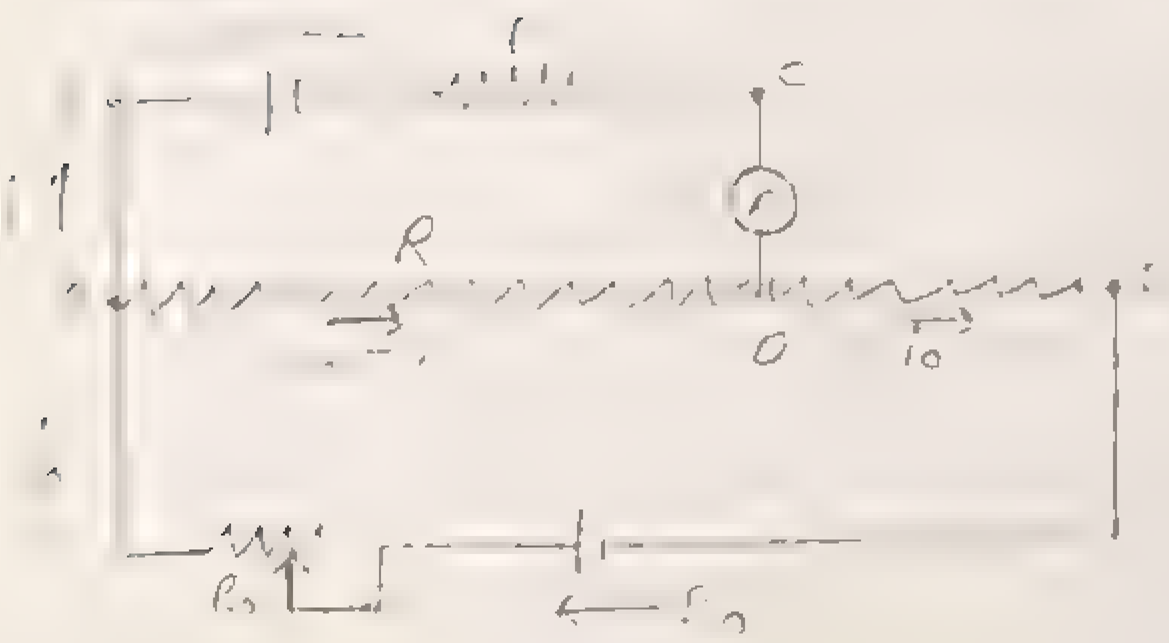


[illegible]

$$\left.\begin{aligned} & [illegible] \\ & [illegible] \end{aligned}\right\} \quad \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3} \;\Rightarrow\; R_2 = R_1 \frac{R_4}{R_3}$$

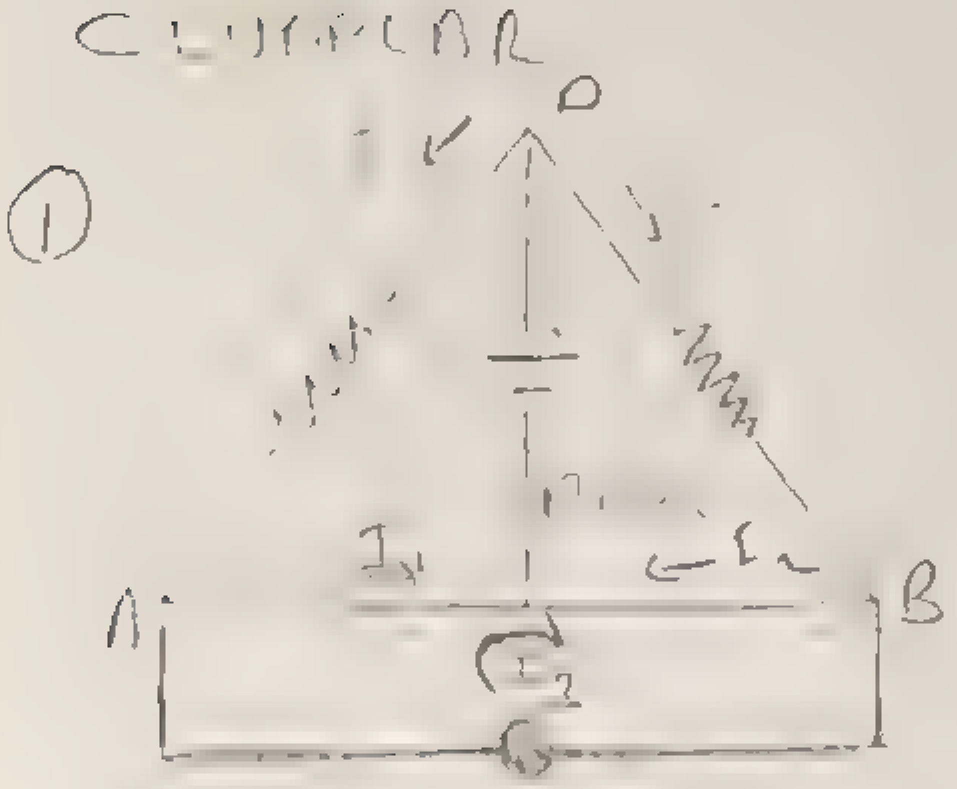
— [illegible] [illegible] bir örneği —

2) [illegible] [illegible] [illegible] bir E_s emk ile [illegible] [illegible] [illegible]



CLIMPLAR

(1)



$V_{AB} = 0$ $\boxed{V_A = V_B}$ $I_G = 0$

$V_{AO} = \lambda I_1 = V_{CO} = R \cdot I_2$

V_{AC} [illegible] } $\Rightarrow$

V_{BC} [illegible]

$V_{AO} = V_{CO}$

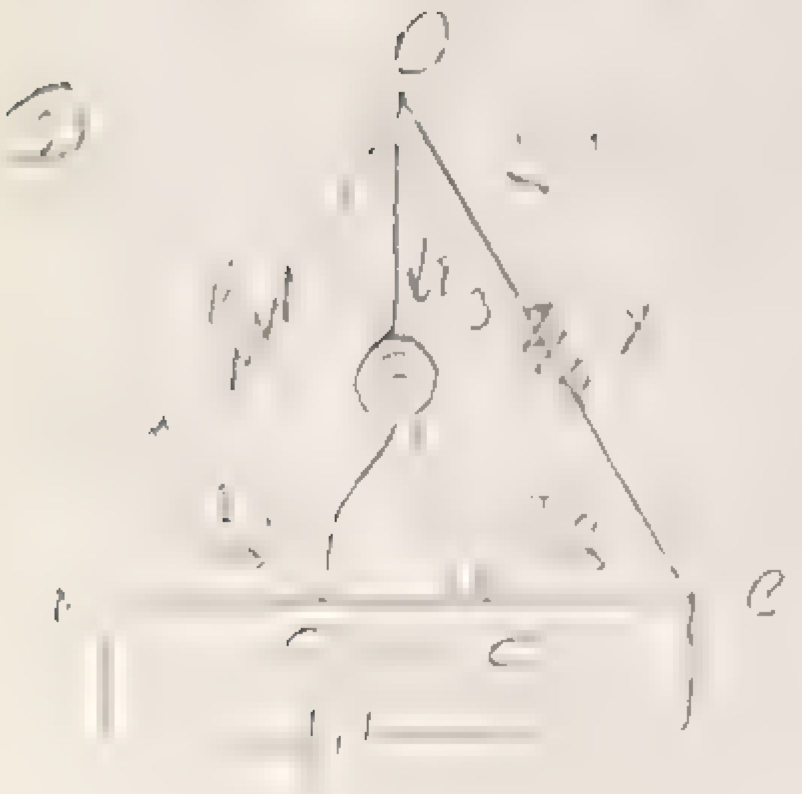
[illegible]

[illegible] $R \frac{R_{AC}}{R_{CB}}$

[illegible]

$x = R \frac{L}{100 - L}$

(2)



$V_{DC'} = 0$ $V_D = V_C$ $I_3 = 0$

$V_{AO} = R I_1 = V_{AC'}$ }

$V_{AC'} = R_{AC'} \cdot I_2$ } $\frac{R I_1}{\lambda I_1} = \frac{R_{AC'} \cdot I_2}{I_2 \cdot R_{C'B}}$

[illegible] $x = V_{BC}$

[illegible]

[illegible] $\Rightarrow R_{AC'} = L$ [illegible]

$R_{C'B} = 100 - L$

[illegible]

[illegible]

[illegible]

R_1 (Ω)	L_1 (cm)	$\frac{100-L}{L}$ (cm)	X_1 (Ω)
10	63,0	0,4	24 Ω
20	55,5	0,8	
30	4[illegible],0	1,2	
40	[illegible],5	1,7	
50	33,5	2,0	
60	27,0	2,7	
70	25,0	3,0	
80	[illegible]	3,3	
90	21,0 ✓	3,8	

[illegible]	[illegible]	[illegible] (cm)	X_2 (Ω)
[illegible]	[illegible]	[illegible]	34 Ω
[illegible]	63,5	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	4[illegible],5	[illegible]	
[illegible]	41,0	[illegible],4	
[illegible]	[illegible],5	1,8	
[illegible]	[illegible],0	2,1	
[illegible]	[illegible]	2,4	
[illegible]	[illegible] ✓	2,[illegible]	

[illegible]	L [illegible]	[illegible] (cm)	X_3 (Ω)
[illegible]	[illegible]	[illegible]	44 Ω
[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible],0	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible],5	1,[illegible]	
[illegible]	[illegible]	1,5	
[illegible]	[illegible]	1,8	
[illegible]	[illegible] ✓	2,1	

10	[illegible]	0,2	57 Ω
20	74,0	[illegible]	
30	66,0	0,5	
40	[illegible]	0,7?	
50	[illegible]	0,9	
60	46,0	1,2	
[illegible]	[illegible]	1,3	
[illegible]	[illegible]	1,4	
[illegible]	[illegible] ✓	1,6	

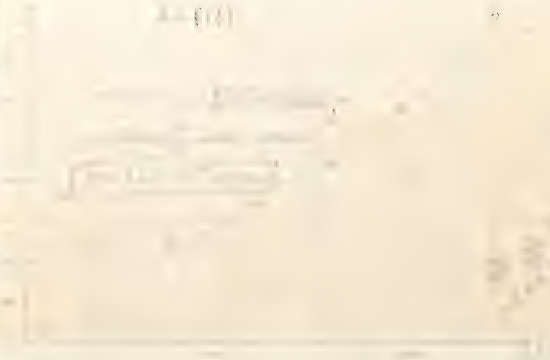
[illegible]	83,5?	0,1	80 Ω
[illegible]	81,0	0,2?	
[illegible]	[illegible]	0,4	
[illegible]	67,0	0,5	
[illegible]	61,5	0,6	
[illegible]	[illegible]	0,8	
[illegible]	[illegible]	0,9	
[illegible]	[illegible] ✓	1,0	
[illegible]	[illegible]	1,1	

[illegible]	[illegible]	0,1	57 Ω
[illegible]	[illegible]	0,3	
[illegible]	[illegible]	0,5	
[illegible]	[illegible]	0,6	
[illegible]	[illegible]	0,8	
[illegible]	[illegible]	1,0	
[illegible]	[illegible]	1,2	
[illegible]	[illegible] ✓	1,4	
[illegible]	[illegible]	1,6	

Bu değeri [illegible] [illegible] bulur sak $X_{eş} = X_1 + X_2 = 24 + 34 = 58$ Ω olurdu. Hata [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] değere [illegible]

$$\tan\beta \quad m \cdot X_4 = \frac{50-10}{90-31} =$$

100−60
1,7 − 1,0



$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ (Ω)	l (cm)	[illegible]	$X_{paralel}$ (Ω)
10	57,0	0,8	13 Ω
20	49,5	1,5	
30	33,0	2,0	
40	26,0	2,8	
[illegible]	20,[illegible]	3,0	
[illegible]	17,[illegible]	4,5	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	14,0	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	

Bu değeri hesap yoluyla bulmaya çalışırsak [illegible]

$$\frac{1}{X_{eş}} = \frac{1}{X_1} + \frac{1}{X_2} = \frac{1}{24} + \frac{1}{34}$$

$X_{eş} = 14\ \Omega$ olur. Bu değer [illegible] eşittir.

[illegible] 120   158   [illegible]   240 [illegible] 25 [illegible]

[illegible] 24   34   44   57   80

$R = \rho \frac{l}{A}$ olduğunu biliyoruz. R'ye karşı l grafiğini [illegible] çizersek de doğrunun eğimi bize ρ / A'yı verir.

[illegible] $\rho = 1,2 \cdot 10^{[illegible]}$ Ω cm [illegible]

Soruların cevapları [illegible] yapıldı.

Nautkel
26.3.1991

Daha özenli rapor hazırlamalısın.

DENEYİN ADI: TFD-28 TRANSDUCERS

[illegible] Dönüştürgeçlerin [illegible], özelliklerini ve kullanıldıkları [illegible] elektrik [illegible] [illegible] kaldırmak, ultrasonik dalgalarında [illegible] ile genlik değişimlerinden [illegible] ve [illegible] bulmak, kaynak ve dedektörler [illegible] dönüştürgeçler arasındaki faz farklarının uzaklıkla değişiminden dalga boyu [illegible] [illegible]

MALZEME: [illegible] ultrasonik dönüştürgeç, osiloskop, 1 mili [illegible] kablolar.

TANIMLAR:

① Periyot: Bir tam devir yapması için geçen zamandır. Saniye olarak ölçülür, T ile gösterilir.

② Frekans: Birim zamandaki periyot sayısına eşittir. Saniyedeki devir sayısı alınırsa birimi hertz (Hz)'dir. f ile gösterilir. $f = \frac{1}{T}$ ile verilir.

③ [illegible] frekans: Birim zamandaki periyot sayısına frekans denir ve

$f = \frac{1}{T}$ [illegible] $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$ yazılabilir. Buradan

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ ile verilir. ω [illegible] açısal frekanstır. Frekans [illegible] birimi radyan/s'dir. Birim çember üzerinde [illegible] dönmenin hızını tanımlar.

④ Dalgaboyu: [illegible] iki [illegible] arasındaki uzaklıktır. λ ile gösterilir.

$$\lambda = VT = v\frac{1}{f} \text{ ile verilir.}$$

⑤ Dalga sayısı: [illegible] k ile verilir.

$$k = \frac{2\pi}{T} \text{'dir.}$$

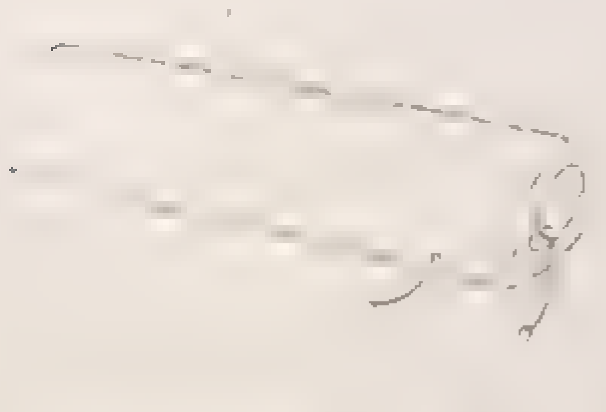
[illegible] dalganın [illegible] ve μ boyca yoğunluk olmak üzere $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ μ = kg/m olarak tanımlanır.

[illegible] yayılma hızı ise [illegible] gazın [illegible] p_0 gazın basıncı ve ρ_0 yoğunluk olmak üzere;

$$v = \sqrt{\frac{\gamma \cdot p_0}{\rho_0}} \text{ ile verilir.}$$

[illegible] veya [illegible] transducer [illegible] ultrasonik dalgaları üretmek için kullanılan [illegible] [illegible] ses hızı 344 m/s'dir.

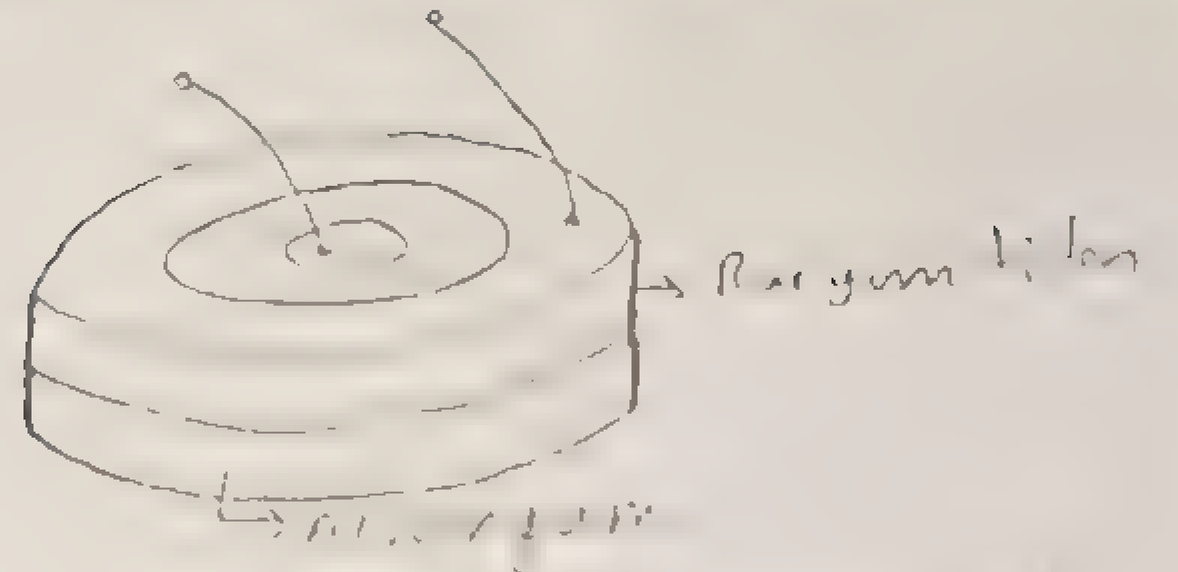
Standart bir ultrases dönüştürgeci;



Örneğin ısıtılma ile birlikte iç ve dış yüzeydeki [illegible] uygun [illegible] sıcaklık [illegible] sıcaklık [illegible] gibi [illegible] ve sabit gerilim [illegible]

Eğer bu [illegible] silindire başlangıçtaki gerilimle aynı [illegible] gerilim [illegible] silindir kısalır, ters işaretli gerilim uygulanır [illegible] uzar. Alternatif akım uygulandığında [illegible] ses verici olarak kullanılabilir.

[illegible] bir tipte [illegible] inceleyelim!



[illegible] elektrot oluşturulur. [illegible] Bu durumda elektrot [illegible] uygularsak [illegible]

Yine bu dönüştürg[illegible]

[illegible] u [illegible] yayılma hızı

[illegible]

t halkanın kalınlığı ve a yarıçaptır.

[illegible]

[illegible] bir gaz [illegible]

$v = \left(\frac{\gamma RT}{M} \right)$ [illegible] M [illegible]

KESİM I - Genlik Değişmesi;

[illegible] olarak osiloskoptan okundu.

Dönüştürgeler arası uzaklık (x) (mm)	Genlik A (20 mV/cm)	Dönüştürgeler arası uzaklık x (mm)	Genlik A (20 mV/cm)	Dönüştürgeler arası uzaklık x (mm)	Genlik A
0	2,0	31	0,7	62	0,5
1	1,7	32	0,9	63	0,6
2	[illegible]	33	0,7	64	0,7
3	1,6	34	0,4	[illegible]	0,6
4	1,9	35	0,5	66	0,5
5	1,2	36	0,6	67	0,4
6	1,0	37	0,8	68	0,5
7	1,1	38	0,7	69	0,7
8	1,7	39	0,5	70	0,6
9	1,6	40	0,4	71	0,5
10	1,1	41	0,6	72	0,4
11	0,8	42	0,7	73	0,6
12	1,1	43	0,6	74	0,7
13	1,6	44	0,4	75	0,6
14	1,2	45	0,5	76	0,5
15	0,8	46	0,6	77	0,4
16	0,9	47	0,5	78	0,7
17	1,0	48	0,6	79	0,8
[illegible]	1,5	[illegible]	0,9 (ışıklar)	80	0,5
[illegible]	1,1	[illegible]	1,0		
[illegible]	0,6	51	0,6		
21	0,7	52	0,5		
22	1,0	53	0,7		
23	1,1	54	0,6		
24	0,6	55	0,8		
25	0,5	56	0,7		
26	0,6	57	0,6		
27	0,9	58	0,5		
28	0,8	59	0,7		
29	0,5	60	0,8		
30	0,4	61	0,6		

KESİM 2 · [illegible] ÖLÇÜLMESİ

([illegible] Hz)

ω_2 ω_1	Lissajous şekilleri	ϕ	[illegible] (mm)
1		π	4
1		$\frac{\pi}{2}$	5
1		0	9
1			10
1		π	13
1		$\frac{\pi}{2}$	15
1		0	18
1			20
1		π	23
1		$\frac{\pi}{2}$	24
1		–	28
1			30
1		π	32

Bu değerleri kullanarak dalga boylarını bulalım.

$\lambda_1 = 9 \, mm$

$\lambda_2 = 10 \, mm$

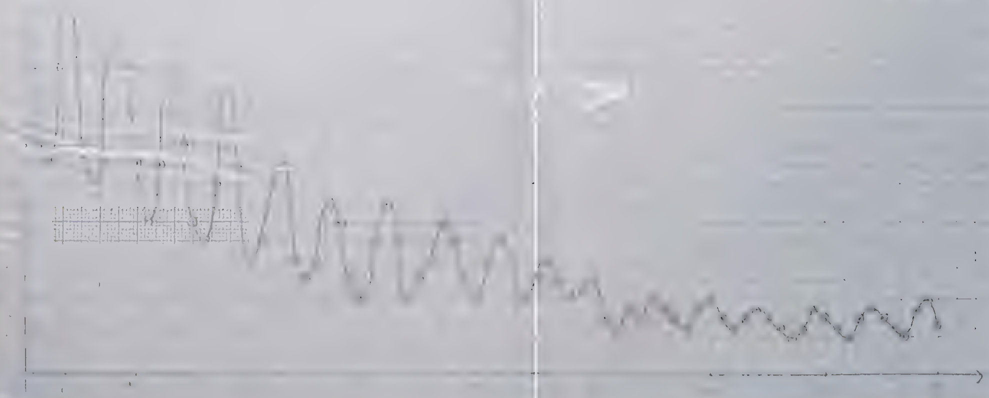
$\lambda_3 = 9 \, mm$

$\lambda_{ort} = \frac{9+10+9}{3} = 9,3 \, mm.$

$V = \lambda f$ denklemini kullanarak

$V = 9,3 \cdot 10^{-3} \cdot 37600 = 349,7 \, m/s$ [illegible] bulunur.

Sesin 20°C [illegible] 343 m/s dir. Neredeyse bulduğumuz [illegible] hata sınırlarına göre [illegible] olduğu [illegible] ile kullandığımız [illegible] düşündüğümüzde gerçek değere eşittir diyebiliriz.



KESİM I – VERİLERİN DEĞERLENDİRMESİ

Grafikler $\frac{\lambda}{2}$ değerlerini veriyor buradan λ'ya geçersek

$\frac{\lambda_1}{2} = 4 \cdot 2 = 8\ mm$

$\frac{\lambda_2}{2} = 4 \cdot 2 = 8\ mm$

$\frac{\lambda_3}{2} = 5 \cdot 2 = 10\ mm$

$\frac{\lambda_4}{2} = 5 \cdot 2 = 10\ mm$

$\frac{\lambda_5}{2} = 5 \cdot 2 = 10\ mm$

$\frac{\lambda_6}{2} =$ [illegible] mm

$\frac{\lambda_7}{2} = 5 \cdot 2 = 10\ mm$

$\frac{\lambda_8}{2} = 5 \cdot 2 = 10\ mm$

$\frac{\lambda_9}{2} = 5 \cdot 2 = 10\ mm$

$\frac{\lambda_{10}}{2} = 4 \cdot 2 = 8\ mm$

$\frac{\lambda_{11}}{2} = 4 \cdot 2 = 8\ mm$

$\frac{\lambda_{12}}{2} = 2 \cdot 2 = 4\ mm$

$\frac{\lambda_{13}}{2} = 2 \cdot 2 = 4\ mm$

$\frac{\lambda_{14}}{2} = 5 \cdot 2 = 10\ mm$

$\frac{\lambda_{15}}{2} = 4 \cdot 2 = 10\ mm$

$\frac{\lambda_{16}}{2} = 5 \cdot 2 = 10\ mm$

$\frac{\lambda_{17}}{2} = 5 \cdot 2 = 10\ mm$

$\frac{\lambda_{18}}{2} = 5 \cdot 2 = 10\ mm$

Bu sonuçlardan $\lambda_{ortalama}$'yı bulursak:

$$\lambda_{ort} = \frac{\Sigma \lambda}{18} = \frac{162,0}{18} = 9,0\ mm = 9,0 \cdot 10^{-3}\ m.$$ ✓

Buradan hız ifadesine geçersek; $v = \lambda_{ort} \cdot f$

$$v = 9,0 \cdot 10^{-3} \cdot 37600 = 338,4\ m/s$$

olur. Bu sonuçta sesin 20 °C'deki kuru havadaki hızının hata payları içinde eşittir. Bununla birlikte bu sonucun kesim 2'yle uyuşmamasının nedeni osiloskopta dalgayı yeterince büyültemediğimiz için gerçeği iyi okuyamamıştır.

Grafikle görülen [illegible] arttıkça sesin hava ile da[illegible] genliğinin azalmasından kay[illegible]

CEVAPLAR

① [illegible] arasındaki e.manyetik [illegible] 40 [illegible] max. [illegible] ve voltaj değeri oluşturduğundan bir elektriksel alan ve parazit oluşturacaktır. Bu yüzden bu frekans kullanıldığı [illegible] zırhlanacaktır.

② Evet kullanılabilir. $v = \left(\frac{\gamma RT}{M}\right)^{1/2}$ formülünden bulunan v hızı [illegible] görüldüğü gibi v ses hızı sıcaklığa bağlı olarak değişir [illegible].

③ Böyle bir sistemde dalga boyu sabittir.

$v = \left(\frac{\gamma RT}{M}\right)^{1/2}$ frekansı borunun boyunu değiştirerek ayarlayabiliriz. Ya da ses hızını değiştirerek ayarlayabiliriz.

$f = \frac{1}{\lambda}\left(\frac{\gamma RT}{m}\right)^{1/2}$

④ Önemli değildir, ısı etkisiyle gazın genleşmesi metalin genleşmesinden çok daha fazladır.

⑤ $v = \left(\frac{\gamma RT}{m}\right)^{\frac{1}{2}}$ eşitliğine göre sıcaklık değiştikçe hızda onun karekökü ile orantılı olarak değişir. Bu dalgaların oluşumu sırasında gazda [illegible] ve [illegible] basınç ve [illegible] hacim değer[illegible] adiyabatik değildir. Gazın [illegible] ideal halden uzaklaşması ve moleküllerin birbirine [illegible] [illegible] etkenler gösterilebilir.

⑥ $v = \left(\frac{\gamma RT}{M}\right)^{\frac{1}{2}}$ formülüne göre [illegible] olur. Bu gaz H_2'dir.

Ayrıca hava için N_2 ve O_2'yi alabiliriz.

4.4.91 (Ü.I.)

[illegible] T10-[illegible]

[illegible]: ① Direnç, indüktans ve kondansatör bulunan basit alternatif akım devrelerinin incelenmesi,

② Seri bağlı direnç, indüktans ve kondansatör devrelerinde rezonans şartlarının incelenmesi,

③ Alternatif akım devrelerinde güç ölçmek.

[illegible]: AC ampermetre, AC voltmetre, reosta, kondansatör, indüktans, [illegible] transformatörü, bağlantı kabloları

A TERİMLER:

① AC Akımı: Zamanla hem büyüklüğü hem de yönü değişen akım üreten kaynaklar mevcuttur. Bu tip kaynakların içinde belli zaman [illegible] tekrarlayan değişken sinyal üreteçlerine [illegible] üreteci denir. Bu üretecin ürettiği akım AC akım adını alır. $I = I_o \sin wt = I_o \sin 2\pi f t$ ile gösterilir.

[illegible] belli bir yönde büyüklüğü değişmeyen akıma verilen addır. $I = \frac{dq}{dt}$ ile verilir.

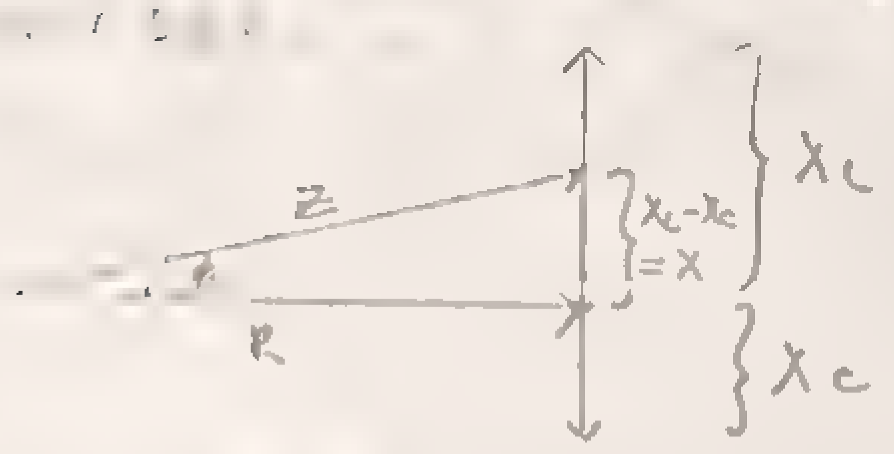
② [illegible]: AC akım devrelerinde direnç, indüktans ve kondansatörler [illegible] pratikte bulunmazlar. Bunlardan en az ikisi [illegible] ve ya paralel bağlanabilirler. Bu durumda [illegible] yerine [illegible] ile gösterilir. [illegible]

[illegible] empedansı [illegible] reaktansı adını alır [illegible] $X_L = 2\pi f L$ 'dir. [illegible]

Bir [illegible] empedansı capacitive reaktansı [illegible] $X_C = 1/2\pi f C$ ile verilir.

[illegible]

[illegible] X, X_L ve X_C vektörlerin [illegible] ve X'in toplam vektörü Z dir. Bu vektörü [illegible] vektörel olarak yaz[illegible]



olur.

Burada;

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

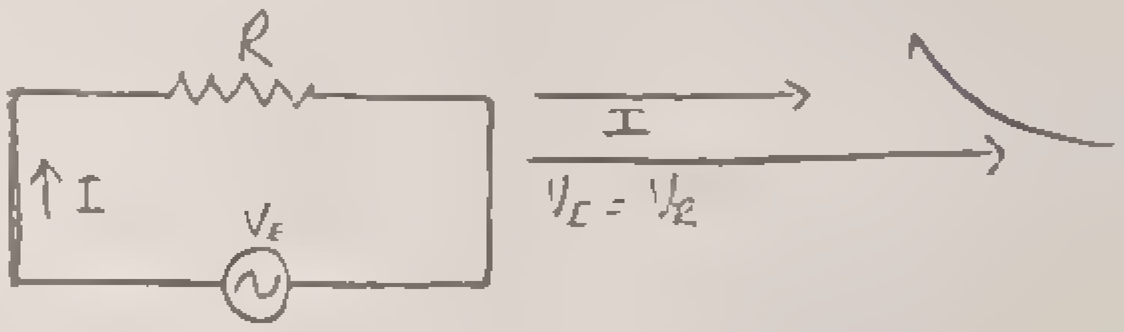
$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + (2\pi f L - \frac{1}{2\pi f C})^2}$$

[illegible] gerilim ile akım arasındaki açı [illegible] ϕ, R ekse. [illegible] $X_L > X_C$ ve gerilim akımdan önde [illegible] R ekseninin [illegible] bakımından gerilimden öndedir.

$X_L = X_C$ ise -ki bu duruma seri rezonans durumu denir- bu durumda [illegible] ve gerilim aynı fazdadır.

② Bir devre yalnızca dirençten oluşuyorsa;

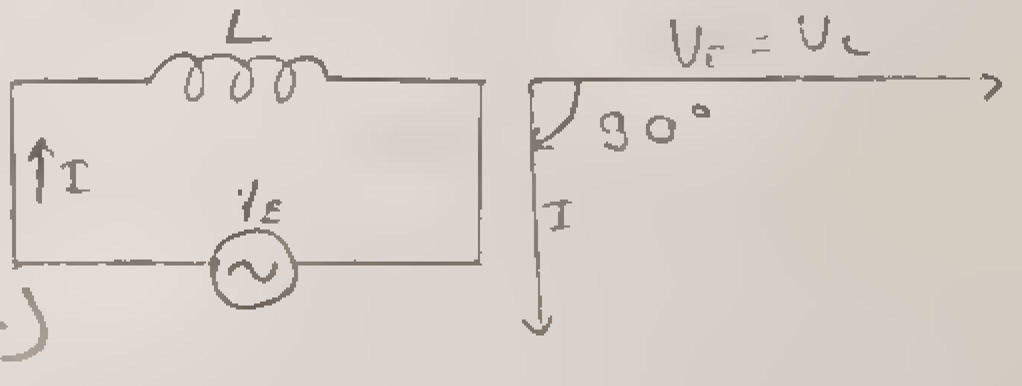
$R = \frac{V_o}{I_o}$ ile verilir. Faz farkı sıfırdır.



[illegible] devre yalnızca indüktanstan oluşuyorsa; ve bu indüktansın direnci ihmal edilebilirse,

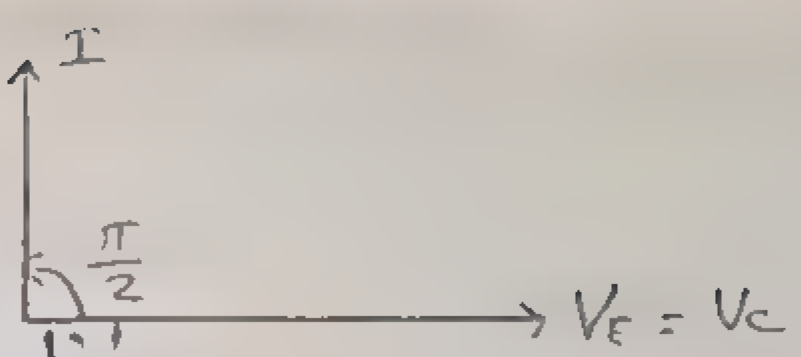
[illegible] $= V_o \sin 2\pi f t$, ~~integral~~ türevini alırsak

$$I = -\frac{V}{2\pi f L} \cos 2\pi f t = \frac{V_o}{2\pi f C} \sin(2\pi f t - \frac{\pi}{2})$$



olur.

Bir devrede sadece kondansatör varsa;



$V = \frac{q}{C} = V_0 \sin \omega t$ ($I = dq/dt$ olduğunu aklımızda tutarak bu ~~eşitliğin türevini~~ integralini alırsak;)

$I = 2\pi f C V_0 \cos \omega t = 2\pi f C V_0 \sin(2\pi f t + \frac{\pi}{2})$ olur

$I_0 = 2\pi f C V_0$ yada $V_0 = \frac{1}{2\pi f C} I_0$ olur.

(3) Bir RCL devresinde ise

$RI + L\frac{dI}{dt} + \frac{1}{C}q = V_0 \sin \omega t$ 'dir

Burada $V_R = RI$

$V_L = L\frac{dI}{dt}$

$V_C = \frac{q}{C}$ olur. $V_t = V_R + V_L + V_C$ olur.

[illegible] $I = I_0 \sin(\omega t - \phi)$ olur.

$V_0 = \sqrt{R^2 I_0^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2 I_0^2}$

$V_0 = I_0 \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$ burada, $\tan \phi = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$ olur.

(4) $X_L = X_C$ olduğunda AC akımındaki güç DC akımındaki güç gibidir. (rezonans durumu) $P = UI$

X_L'nin X_C'ye eşit olmadığı durumda gerçek güç görünen güç [illegible] olur. Gerçek gücün görünen güce oranı güç faktörü adını alır

$P_{gör} = UI = \frac{U^2}{R}$ $P_{ger} = \frac{U^2}{Z}$ $GF = \frac{R}{Z}$ olur

$\frac{R}{Z} = \cos\phi$ olduğundan $GF = \cos\phi$ ve bir AC devresindeki gerçek güç $P = UI\cos\phi$

EK BİLGİ

$V_{et} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$ $I_{et} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$

$U_{ort} = 0{,}630 \cdot U_{max}$ $I_{ort} = 0{,}637\ I_{max}$

R'de açığa çıkan güç; $P = UI = \frac{U^2}{R}$

C'de " " " ; $P = U^2 2\pi f C$

L'de " " " ; $P = \frac{U^2}{2\pi f L}$

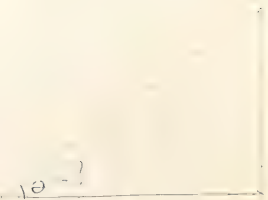
[illegible] 'dır

(⊢——⊣ 25 Ω)

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$$

$$Z = \sqrt{(3[illegible])^2 + (23)^2} = 2[illegible].6\ \Omega$$

(hasapla)



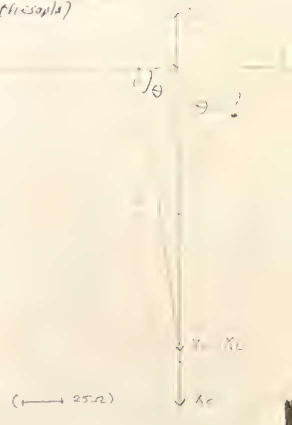
[illegible]

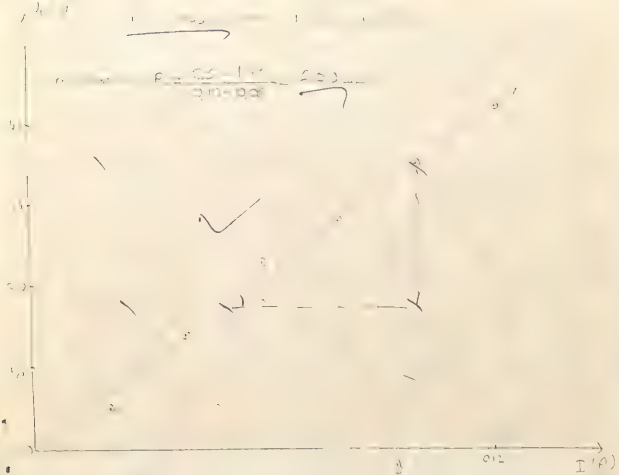
[illegible] (husa·b)

$Z = \sqrt{25^2 - \ldots}$

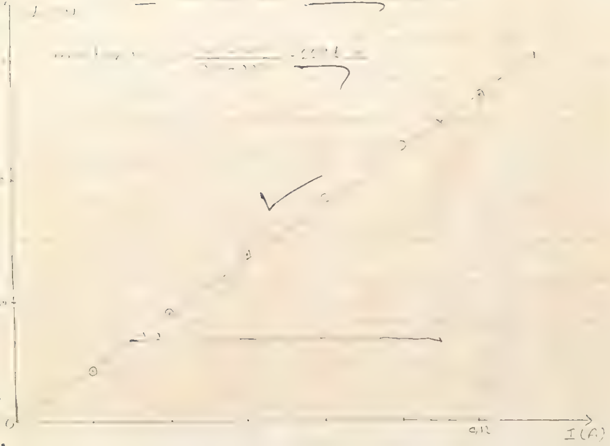
$Z = 194,\ldots$

(fluisopla)

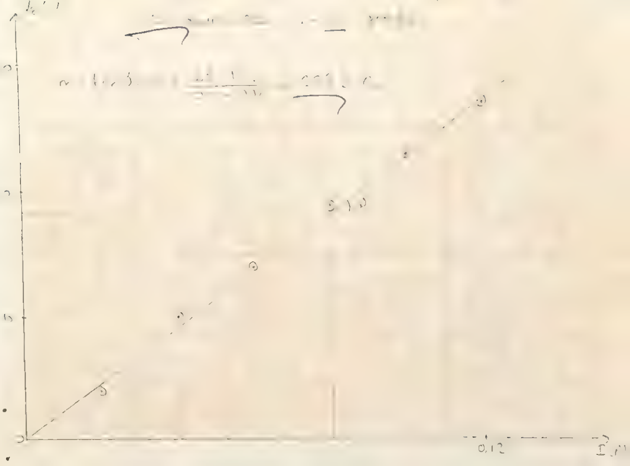


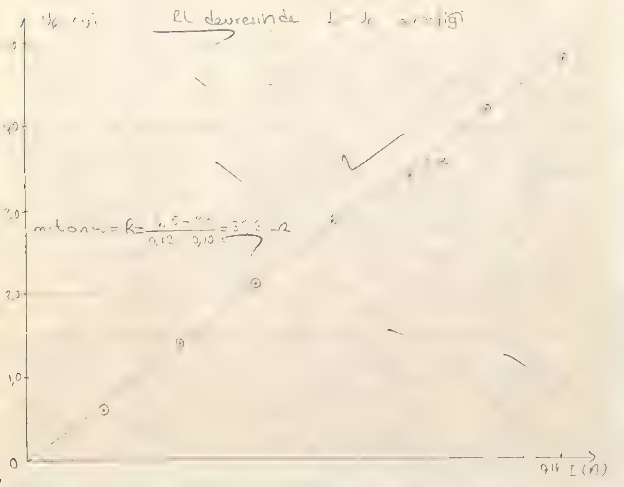

I (A)

VL (V)

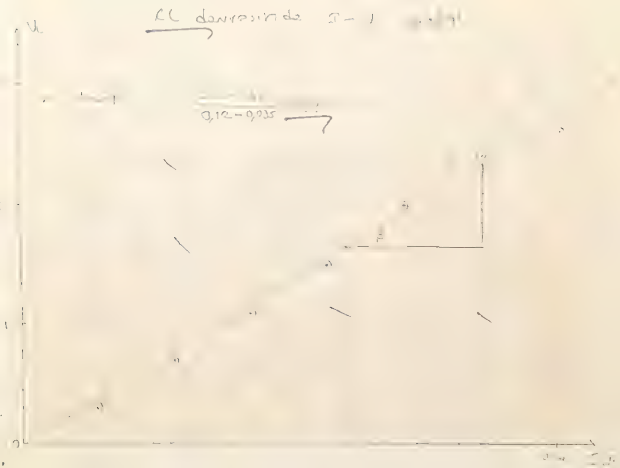


0,12
I (A)

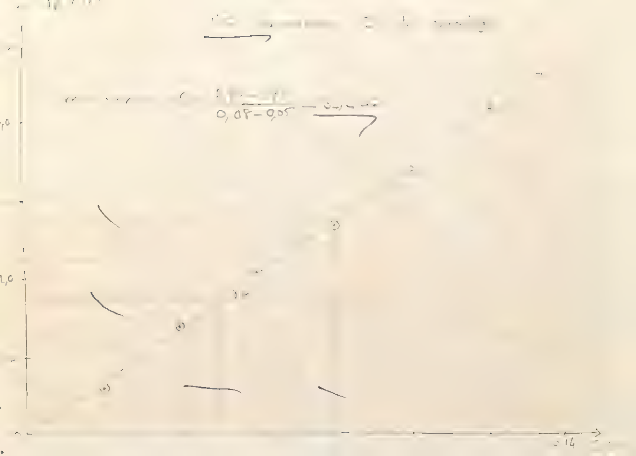


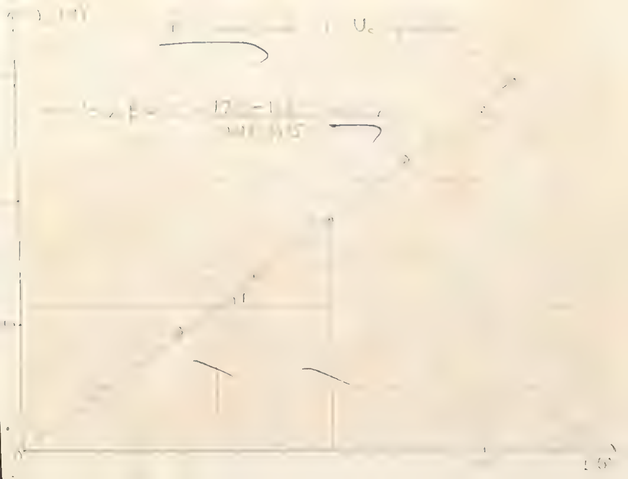


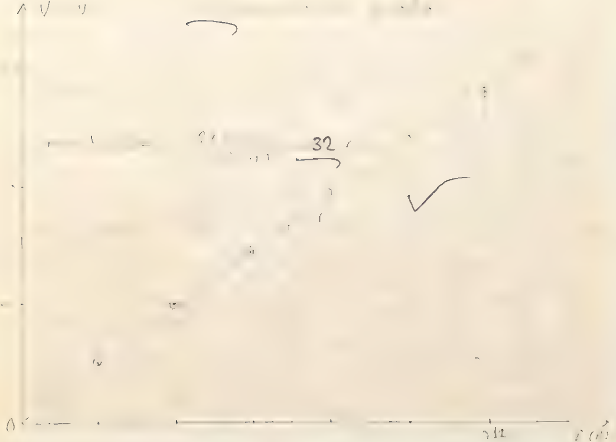
RL devresinde I - Ur grafiği
1,0
2,0
3,0
0
I (A)


RC devresinde I-1
0,12 − 0,035

$$0{,}085 - 0{,}02$$


0,08 − 0,05
1,0
14




32

VERİLER

RCL Devresinde

I (A)	V_R (Volt)	V_C (Volt)	V_L (Volt)	V_Z (Volt)
0,02	0,5	4,2	0,2	4,4
0,04	1,4	9,0	0,7	10,0
0,06	2,3	14,0	1,1	14,0
0,08	2,8	18,5	1,5	19,0
0,10	3,5	23,0	1,9	23,0
0,12	4,2	27,0	2,2	27,5

[illegible] arasındaki gerilim farkı devrenin toplam gerilim farkına [illegible] çıktı. (Hata oranları göz önüne alındığında)

RL Devresinde

I (A)	V_R (Volt)	V_L (Volt)	V_Z (Volt)
0,02	0,6	0,3	1,0
0,04	1,4	0,7	2,3
0,06	2,2	1,1	3,0
0,08	2,8	1,5	4,1
0,10	3,4	2,0	5,0
0,12	4,[illegible]	2,4	5,5
0,14	[illegible]	2,6	6,5

RC Devresinde

I (A)	V_R (Volt)	V_C (Volt)	V_Z (Volt)
0,02	0,6	5,1	5,0
0,04	1,4	9,5	10,0
[illegible]	2,1	14,0	14,5
[illegible]	2,7	18,5	19,5
[illegible]	3,4	23,0	24,0
[illegible]	4,2	27,0	28,0

[illegible] kondansatörün uçları arasındaki potansiyel fark [illegible] potansiyel farkına eşit çıktı. (Hata oranı göz önü[illegible])

[illegible]

① RCL devresi [illegible] grafikten bulduğumuz R, X_L ve X_C değerleri
[illegible]
[illegible]
[illegible] Bunların vektörel toplamından [illegible] bulduğumuz [illegible] 194,0 oldu. Grafikten bulunan empedans Z = 223,3 Ω

② [illegible] R, X_L değerleri;
[illegible] grafikten bulunan Z = 46,2 Ω ve vektörel olarak
X_L [illegible] toplamından bulunan Z = 42,3 Ω oldu.

③ RC devresi için R, X_C değerleri;
R = 33,3 Ω
[illegible] grafikten bulunan Z = 232 Ω ve vektörel olarak
[illegible] X_C [illegible] toplamından bulunan Z = 226 Ω oldu.

[illegible] L için çizdiğimiz I – U grafiğinin [illegible] [illegible] çıktığını gördük. Bunun nedeni ölçümleri [illegible] bir akım aralığında yapmamızdı. Eğer akım ara[illegible] [illegible] tutabilseydik L için çizilecek olan I – U grafiğini [illegible] görürdük.

KESİM 4:

$f = 50\ Hz$ $I = 0{,}4\ A$ değerlerinde iken L ve C değerleri aşağıdaki değerlerdedir;

$X_L = 2\pi f L$ $\qquad$ $X_C = \dfrac{1}{2\pi f C}$ olur

RCL devresinde;

$X_L = 37 = 2\pi\, 50 \cdot L$

$L = 0{,}12$ Henry $= 12\ mH$

$X_C = 229{,}1 = \dfrac{1}{2\pi\, 50 C}$

$C = 1{,}39 \cdot 10^{-5}$ Farad $= 13{,}9\ \mu F$

RL devresinde;

$X_L = 26{,}4 = 2\pi\, 50 L$

$L = 0{,}08$ Henry $= 80\ mH$

RC devresinde;

$X_C = 223{,}3 = \dfrac{1}{2\pi\, 50 C}$

$C = 1{,}43 \cdot 10^{-5}$ Farad $= 14{,}3\ \mu F$

NİCELİK / DEVRE	L (Henry)	C (µFarad)	R (Ω)	Z (Ω)	Z (Ω) hesaplı
RCL Devresinde	0,12	$1{,}39 \cdot 10^{-5}$			
RL Devresinde	0,08				
RC Devresinde		$1{,}43 \cdot 10^{-5}$			

Güç faktörü?

Faz açısı ve yorumları?

[illegible] RCL ve RL devrelerinden bulunan [illegible] birler basamağında [illegible] RCL ve RC devrelerinden bulunan [illegible] 10^{-6} [illegible] farklılık [illegible] hata payı [illegible] ihmal edip birbirine [illegible] olabilirler.

[illegible] alternatif akım devrelerinin özelliklerini inceledik [illegible] direnç, kapasitör ve indüktansın dirençlerini RCL devresi için

$R = 25{,}0\ \Omega$ $\quad X_C = 37{,}0\ \Omega$ ve $X_L = 229{,}1\ \Omega$ olarak bulduk.

RL devresi için $R = 33{,}3\ \Omega$ $\quad X_L = 26{,}4\ \Omega$ olurken;

RC devresi için $R = 33{,}3\ \Omega$ $\quad X_C = 223{,}3\ \Omega$

Naubrel

26.4.1991

[illegible]

$V_{in} = V_0 \sin \omega t$.

[illegible]

DENEYİN ADI : MAGNETİK ALAN

[illegible] mıknatıslar [illegible] göstermek. Magnetik alanın bir pusula [illegible] celemek. [illegible] magnetik [illegible] yatay [illegible] nü ölçmek.

ARAÇLAR: Demir tozu, çubuk mıknatıs, U mıknatıs, selenoid, pusula, helmholtz bobinleri, akım kaynağı, ampermetre, kronometre, cetvel

KURAMSAL BİLGİ:

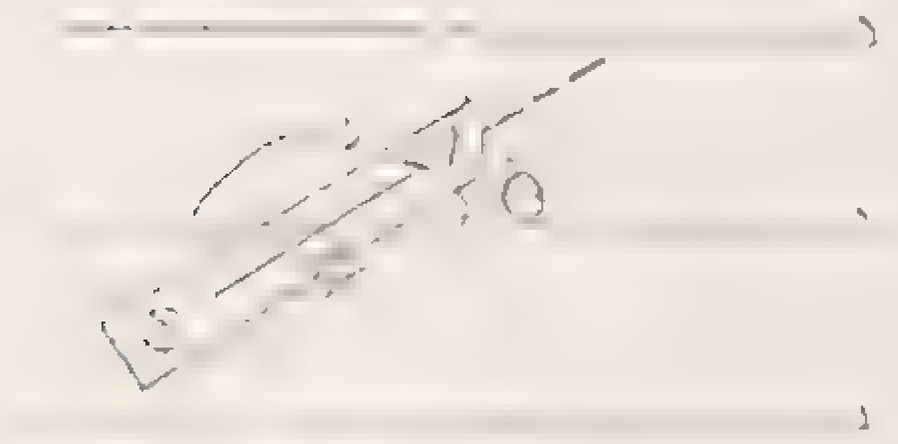
Herhangi bir mıknatısın kutupları elektrik yüklerinin davranışları gibi davranır. Yani aynı kutuplar birbirini iter, zıt kutuplar çeker. Kutuplar N ve S diye adlandırılır. Bir mıknatısın veya mıknatıs grubunun bir kutup üzerine yaptıkları etki $\vec{E}$ alanına karşılık gelen $\vec{B}$ magnetik alan cinsinden uygun bir şekilde tanımlanır.

Bir magnetik alan [illegible] ve karşı çizgiler arasındaki ilişki [illegible]:

① Magnetik alan çizgilerinin herhangi bir noktadaki teğetinin yönü o noktadaki magnetik alan vektörü $\vec{B}$'nin yönü ile verilir.

② Magnetik alan [illegible] büyüklüğü, birim kesitten geçen magnetik alan çizgilerinin sayısı ile [illegible]. Alan çizgilerinin sık olduğu yerde $\vec{B}$'nin şiddetli, [illegible] olduğu yerlerde $\vec{B}$'nin zayıf olduğu [illegible].

[illegible] alan çizgileri [illegible] çubuk mıknatısla [illegible] [illegible] ve hem de $\vec{B}$'nin doğrultusuyla mıknatıs arasındaki [illegible] açısıyla [illegible] orantılıdır.



$\tau = \mu B \sin\theta$

Şekilde görüldüğü gibi M mıknatısının [illegible] vektörüdür. Çubuk mıknatıs [illegible] $\vec{\mu}$ ile $\vec{B}$'yi aynı doğrultuya getirecek şekilde hareket eder.

Mıknatıs B ile aynı doğrultuda ise tork sıfırdır. Mıknatıs bulunduğu [illegible] kalır. Eğer mıknatıs B ile aynı doğrultuda değilse geri çağırıcı kuvvet mıknatısı B doğrultusu etrafında titreştirir. Mıknatısın titreşim periyodu olan T alan [illegible] ve

$T = \frac{1}{\sqrt{B}}$ ile verilir.

[illegible] ne kadar büyükse peryot o kadar küçük [illegible] çubuk mıknatıs daha hızlı titreşecektir. Sonundan titreşimler sürtünme nedeniyle söner.

Bu mıknatısın temel [illegible]. Hatta dünyayı yaklaşık [illegible] boyunca yönelmiş dev bir [illegible].

$$\frac{\ldots}{2{,}625-2{,}125} = 2$$

$$\ldots = \frac{\ldots}{2}$$

$$= \ldots$$

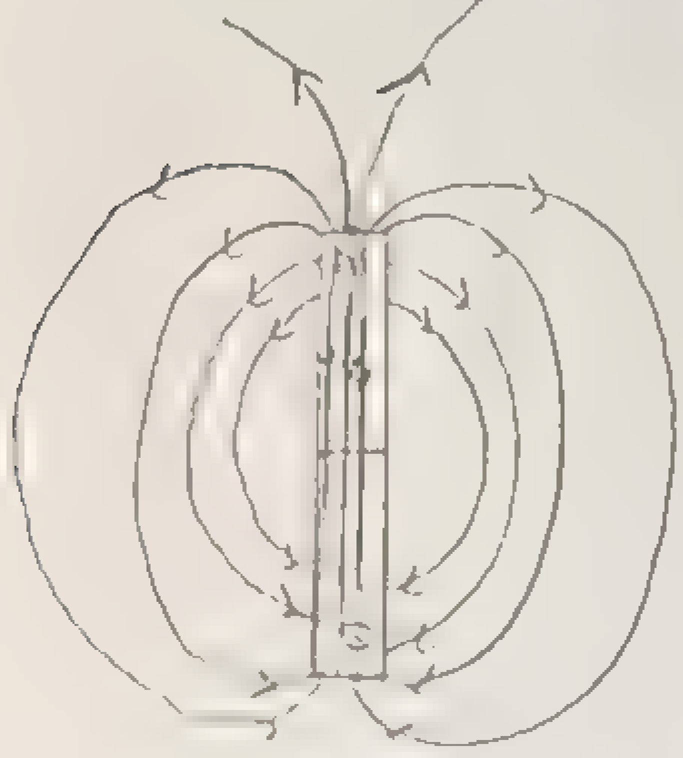
$$\frac{\ldots}{c} = \ldots$$

$$\ldots 0{,}35 \cdot 10^{-4}\ T$$

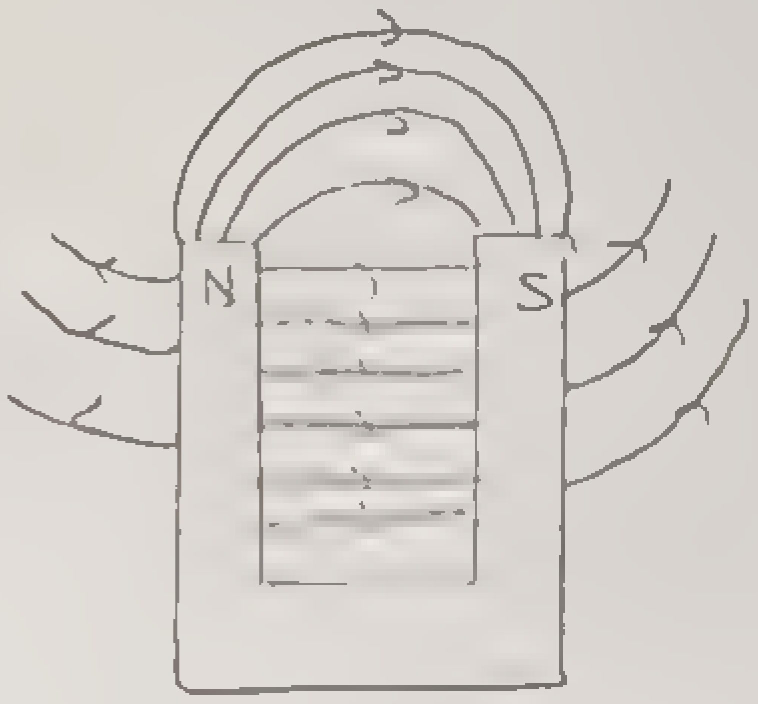
Kesim I: Magnetik Alan Çizgileri

Demir tozlarının magnetik alandan etkilenme özelliğinden yararlanarak U mıknatıs, çubuk mıknatıs ve helmholtz bobinindeki magnetik alan çizgilerini gözlemledik.

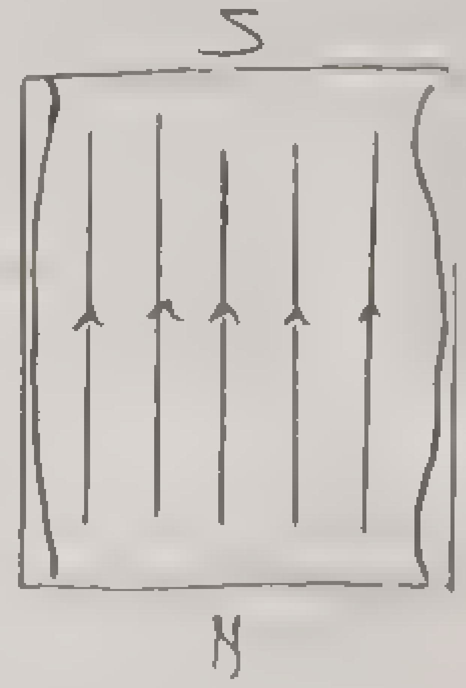
a) Çubuk Mıknatıs



b) U mıknatıs



c) Helmholtz bobini



Yaptığımız bu deneyde u mıknatısın iç kısmındaki alan çizgileri [illegible] aralarında ayrı olarak gözüktü Helmholtz bobininin [illegible] Eğer demir tozlarını [illegible] bobin [illegible] alan oluştuğunu görürdük. [illegible] çubuk [illegible] güneye doğru yönlenecekti. (Mag- [illegible])

Kesim II: Titreşici Mıknatısın Ölçeklenmesi:

Helmholtz bobininin fiziksel özellikleri:

Her bobindeki sarım sayısı: 154 sarım

Bobinlerin yarıçapı (r) : 0,2 m

$$k = 9 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{154}{2} = 693 \cdot 10^{-6}\ T/A$$

I (A)	n=20 titreşim için geçen zaman (s)	Periyot T (s)	T^2 (s^2)	$1/T^2$ (s^{-2})
0,5	18,2	0,91	0,83	1,2
1,0	13,6	0,68	0,46	2,2
1,5	11,4	0,57	0,32	3,1
2,0	10,3	0,52	0,27	3,7
[illegible]	8,[illegible]	0,43	0,19	5,2

Bu verilerden yararlanarak $1/T^2$'ye karşılık I olarak grafiğe geçirirsek [illegible] doğrunun eğimi bize k/c'yi verir buradan [illegible] yerin magnetik alanını hesaplayabiliriz. [illegible]

[illegible] yerin magnetik alanı yatay [illegible] kaynaklarda gösterilen değer [illegible] daha [illegible] bir değer [illegible] hatamızın nedeni ölçümleri [illegible] görsel olarak yapmamızdır. Yani 20 tam periyodu pusulada [illegible] kronometreyi durdururken belli bir zaman dilimi [illegible] kaydetmişimizdir. Ayrıca Ankara için yatay [illegible]

bileşen $0,27 \cdot 10^{-4}$ T'den farklı olabilir. ✓

SONUÇ: Bu deney sonucunda magnetik alan [illegible] ve yerin yatay magnetik alan bileşenini bulduk

SORULAR

① Yerin magnetik alanının yatay bileşeni kaynaklarda $0,27 \cdot 10^{-4}$ T olarak [illegible] Bizim bulduğumuz değer ise $0,35 \cdot 10^{-4}$ T'dir. Bu durumda bağıl hatamız;

$$\Delta H = \frac{|0,35 \cdot 10^{-4} - 0,27 \cdot 10^{-4}|}{0,27 \cdot 10^{-4}} \cdot 100 = \%30 \text{ olur.}$$

② Çünkü çalıştığımız düzlem ve mıknatısın konumu yatay düzlemdir. Düşeyde bir bileşenimiz yoktur.

③ Çünkü [illegible] yerin [illegible] yatay bileşeni de etkiliyordu.

④ Mıknatıs [illegible] yerleşecektir.

⑤ [illegible] kutup N, güney [illegible] kutup S adını alır.

⑥ Mıknatıs bir magnetik alanda iken N kutbu magnetik alan doğrultusunu [illegible] ters yöne çekilir. Böylece zıt yönlü 2 kuvvetin etkisinde mıknatıs titreşim hareketi yapar.

30.4.91 U.U.

DENEYİN ADI : TİD 17 AKIM VE GERİLİM ÖLÇME BÖLÜMLERİ

DENEYİN AMACI : ① d'Arsonval düzeneğini tanımak;
② d'Arsonval düzenekli bir ölçü aracını akım ve gerilim ölçümlerinde kullanmayı öğrenmek,
③ Akım ve gerilim ölçmeyi öğrenmek.

ARAÇLAR : d'Arsonval düzenekli mikroakımölçer, devre tablası, dirençler, bağlantı telleri, DC güç kaynağı, sayısal volt-ampermetre.

KURAMSAL BİLGİ:

Bir devredeki akımı ölçmenin en kolay yöntemi, bunu bir akımölçer [illegible] kullanmaktır [illegible] karşı gelen akımdır [illegible] akım ölçere paralel bir direnç bağlanması gerekir. Böylece akım bölünmüş olur [illegible] ölçülmek istenen akımı ölçmek için bağlanacak direnci bulmanın matematiksel [illegible] aşağıdaki gibidir.

$V_D = I_D R_D$

$V_R = I_R R_R$ ve $V_D = V_R$ (paralel bağlanmış olduğundan);

$I_D R_D = I_R R_R$ buradan $R_R = \frac{I_D R_D}{I_R}$ olur.

Bu durumda akımölçerin iç direnci ise;

$R_i = \frac{R_R \cdot R_D}{R_R + R_D}$ olacaktır.

[illegible] iki nokta arasındaki gerilim farkı voltmetre ile [illegible] Voltmetre devreye paralel olarak bağlanır. [illegible] akım bu 2 nokta arasındaki [illegible] direnciktir.
[illegible] gerilim farkını ölçebilecek duruma getirmek için [illegible] bağlarız. Bu durumda düzeneğin toplam direnci;

$R_T = R_D + R_R$ olacaktır.

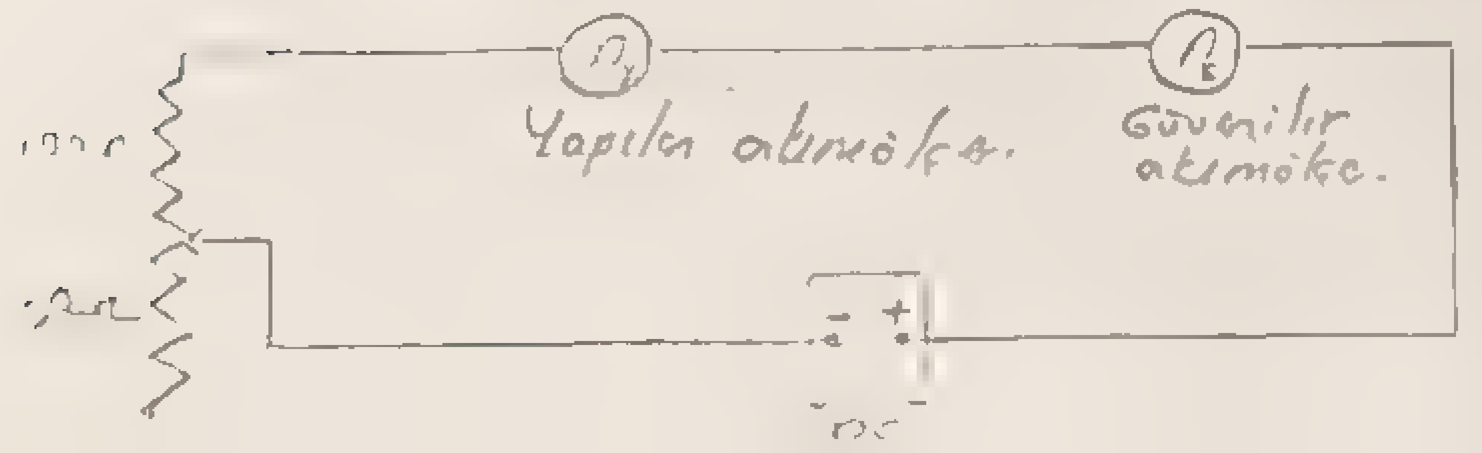
KESİLME [illegible] [illegible] 10.0.X

Veriler:
Kullanılan D'arsonval düzeneğinin [illegible] max akım : 100 μA
D'arsonval düzeneğinin direnci : 700 Ω

[illegible] 100 mA'lik bir akımölçer yapmak istiyoruz. Bu [illegible] bağlamamız gereken direncin büyüklüğünü bulalım. Direnci paralel bağlayacağımız için;

$I_D \cdot R_D = I_R \cdot R_R \Rightarrow R_R = \frac{I_D R_D}{I_R} = \frac{100 \cdot 10^{-6} \cdot 700}{0{,}0999} = 0{,}7\ \Omega$ olmalı.

[illegible] bu akımölçerin güvenilirliğini sınamak için aşağıdaki devreyi kurduk ve çeşitli gerilim değerlerinde akım değerleri okuduk.
[illegible]



U= 2,0 V

Ölçüm Sayısı	Güvenilir Akım Ölçer I (mA)	Yapılan Akımölçer I (mA)
1	20.0	20.0
2	18,5	19.0
3	16.0	17.0

U= 4,0 V

Ölçüm Sayısı	Güvenilir Akım Ölçer I (mA)	Yapılan akımölçer I (mA)
1	38,5	39,0
2	50.0	51,0
3	75.0	76,5

U= 6,0 V

Ölçüm Sayısı	Güvenilir A ölçer I (mA)	Yapılan A ölçer I (mA)
1	50	52
2	60	61
3	67,5	69

U= 8,0 V

Ölçüm Sayısı	Güvenilir A ölçer	Yapılan A ölçer
1	70	70
2	77,5	80
3	87	90

Yapılan ölçümlerde 2,0 V, 4,0 V ve 6,0 V'ta gerilimlerde [illegible] akım değerleri [illegible] [illegible] [illegible] 8,0 V için akım yükseldikçe de [illegible] [illegible] değer farkı yükseldi.

[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] düzeneği kullanarak bu kez 10 mA'lik [illegible] [illegible] [illegible]. Bunun için direnç [illegible] [illegible] [illegible] direnci hesaplarsak.

$$I_o R_o = I_R R_R \Rightarrow R_R = \frac{I_o R_o}{I_R} = \frac{100 \cdot 10^{-6} \cdot 700}{0,0099} = 7,1\ \Omega$$

7,1 Ω'luk direnç bulunmadığı için [illegible] [illegible] direnci [illegible] paralel [illegible] bağladık. Yine güvenilir akımölçerle [illegible]

U= 2,0

Ölçüm Sayısı	Güvenilir A ölçer I (mA)	Yapılan A ölçer
1	2,7	2,6
2	3,0	[illegible]
3	[illegible]	2,0

U= 4 U

Ölçüm Sayısı	Güvenilir A ölçer I (mA)	Yapılan A ölçer I (mA)
1	6,0	5,0
2	6,5	6,0
3	5,3	5,0

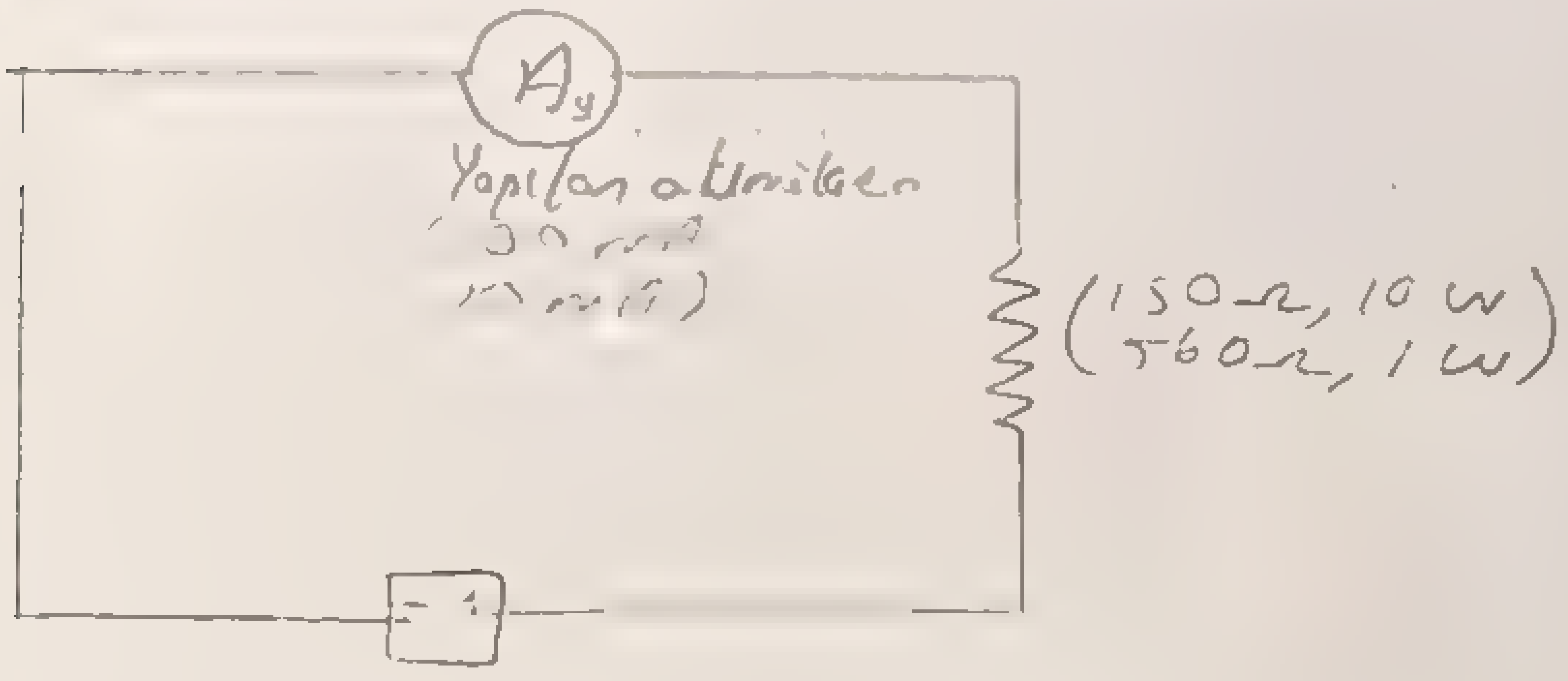
U= 5,4 U

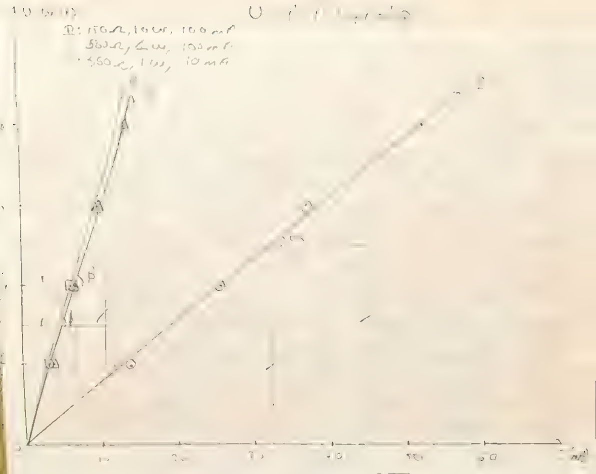
	Güvenilir A ölçer I (mA)	Yapılan A ölçer I (mA)
1	8,0	[illegible]
2	[illegible]	8,[illegible]
3	8,9	8,6

Bu ampermetre ise 5,4 V için [illegible] [illegible] akımlarda güvenilire göre [illegible] [illegible] [illegible] gösterdi.

10 mA'lik [illegible] düşük akım okumasının nedeni [illegible] [illegible] [illegible] olması nedeniyle üzerinde daha büyük bir gerilim farkı oluşmasıdır.

[illegible] [illegible] [illegible] aşağıdaki devreyi kurarak değişik voltaj değerlerinde her iki ampermetre ile akım değerleri ol[illegible]. (Değişik dirençler üzerinde).





Ⅱ: 150 Ω, 10 W, 100 mA
500 Ω, 2 W, 100 mA
550 Ω, 1 W, 10 mA
10
20
30
40
50
60

Devredeki Direnç	Kullanılan Akımlar	U (Volt)	I (mA)	
150 Ω , 10 W	100 mA	2	14	I
150 Ω , 10 W	100 mA	4	26	
150 Ω , 10 W	100 mA	6 8	38 52	
560 Ω , 1 W	100 mA	2	4	II
560 Ω , 1 W	100 mA	4	7	
560 Ω , 1 W	100 mA	6 8	10 14	
[illegible] 1 W	10 mA	2	3,4	III
[illegible] 1 W	10 mA	4	6,4	
[illegible] 1 W	10 mA	6	9,4	

?

Bu verileri kullanarak $V = f(I)$ grafiğini çizelim, ve çıkan doğruların eğimlerinden R değerlerini bulalım.

I, II ve III için sırayla eğimleri hesaplarsak;

$$\tan\alpha = m = R_{I} = \frac{7-5}{(45-33,5)\times 10^{-3}} = 160\,\Omega$$

$$\tan\beta = m = R_{II} = \frac{6,9-4}{(12-7)\cdot 10^{-3}} = 580\,\Omega$$

$$\tan\phi = m = R_{III} = \frac{6,9-3}{(11-5)\cdot 10^{-3}} = 650\,\Omega$$

Bunu bir şemaya geçirirsek;

[illegible]	R (Ω) Gerçek	R (Ω) Ölçülen
I	150	160
II	560	580
III	560	650

Daha önceden belirttiğimiz gibi 10 mA'lik akımlar devreye daha büyük bir [illegible] direnç [illegible] [illegible] daha büyük bir [illegible] [illegible] Bu da 10 mA'lik akımlar [illegible] [illegible] [illegible] daha büyük olacağını [illegible]

Bu nedenle 560 Ω'luk direnç [illegible] [illegible] için kullanılması daha sağlıklı olur.

Kesim II : VOLTMETRE

Bu bölümde ilk kesimdeki d'Arsonval düzeneğini kullanarak 20 V [illegible] bir voltmetre yaptık. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

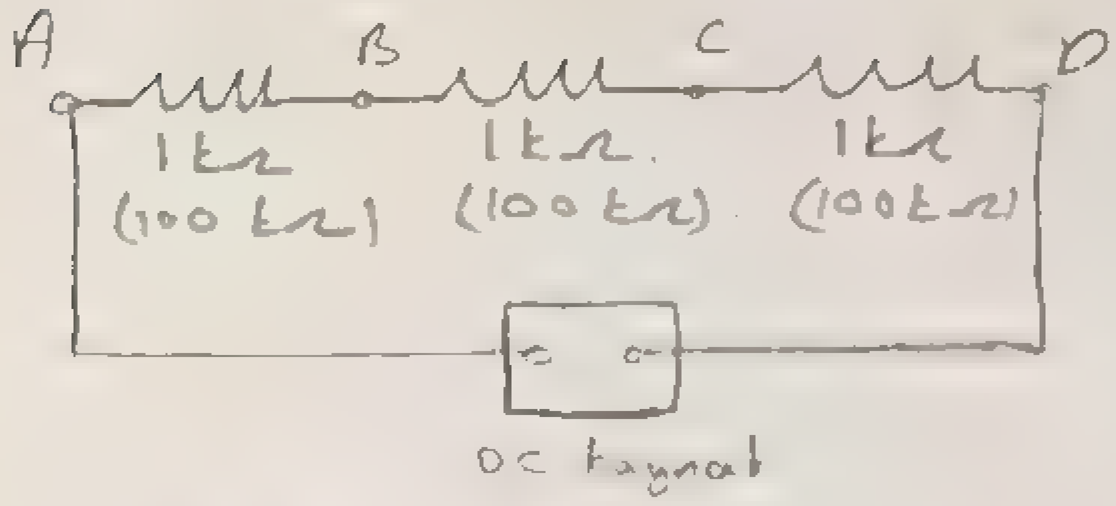
$R_i = \frac{V_{ms}}{I_i} = \frac{20}{100\cdot 10^{-6}} = 200\,k\Omega$ olmalı. Yine [illegible]

[illegible] $(R_i - R_c) I_i \Rightarrow R_s = \frac{20}{100\cdot 10^{-6}} - 200 = 200\,k\Omega - 200\,\Omega = 200\,k\Omega$ olmalı.

[illegible] gerilim değerlerinde güvenilir voltmetre ile karşılaştırdık.

Gerilim Kaynağı (V)	Güvenilir Voltmetre (V)	Yapılan Voltmetre (V)
2	2,2	2,1
4	4,1	4,0
6	6,0	6,0
8	8,0	7,8
10	[illegible]	[illegible]
12	11,5	11,0

Daha sonra, aşağıdaki devreyi kurarak AB, BC, CD ve AD arası [illegible] gerilim farklarını bulduk.



U = 8 U

[illegible] (kΩ)	Kullanılan Voltmetre	U_{AD} (V)	U_{AB} (V)	U_{BC} (V)	U_{CD} (V)	$U_{AB}+U_{BC}+U_{CD}$ (V)
1	Yapılan	7,6	2,2	2,2	2,2	6,6
	[illegible]	7,6	2,[illegible]	2,[illegible]	2,5	7,5
100	Yapılan	7,6	2,0	2,0	2,0	6,0
	[illegible]	8,0	2,5	2,5	[illegible]	[illegible]

Devrede 100 kΩ'luk direnç varken yaptığımız ölçümlerde [illegible] gerilim farkları bulduk. Bunun nedeni devredeki dirençle, cihazımızın toplam direncinin aynı basamakta olmasıdır. Çünkü devrenin bu kesimindeki eşdeğer direnç küçülmekte [illegible].

[illegible] gerilim farkı [illegible].

Şöyleki;

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_T} + \frac{1}{R_{100}} = \frac{1}{200} + \frac{1}{100} \Rightarrow \frac{1}{R_e} = \frac{3}{200}$$

$$\Rightarrow R_e = 200/3\ \Omega$$

$$U_{AD} = \left(\frac{200}{3} + 200\right) i \Rightarrow 8 = \frac{800}{3} i \Rightarrow i = \frac{24}{800}\ A.$$

[illegible] = 2 U olur.

[illegible] ve [illegible] güvenilir olanlar [illegible]

CEVAPLAR

[illegible] 100 μA [illegible]

[illegible]

[illegible] Bunun için lamba [illegible] ve [illegible] akımı bulurdum. $P =$ [illegible] çıkardım [illegible] direnci değiştirmektir. Çünkü ampul ohm yasasına uymaz.

Kısım II.

26.4.91

[illegible]

① Dirençler birbirinden bağımsızdır.

[illegible] $U_{AB} = 50 \cdot 10^6\ I$

$U_{BC} = 100 \cdot 10^6\ I$

$U_{CD} = 200 \cdot 10^6\ I$ olacaktır.

[illegible] gerilim U olursa $U_{AD} = \frac{U}{7}$ $U_{BC} = \frac{2U}{7}$ $U_{CD} = \frac{4U}{7}$

[illegible]

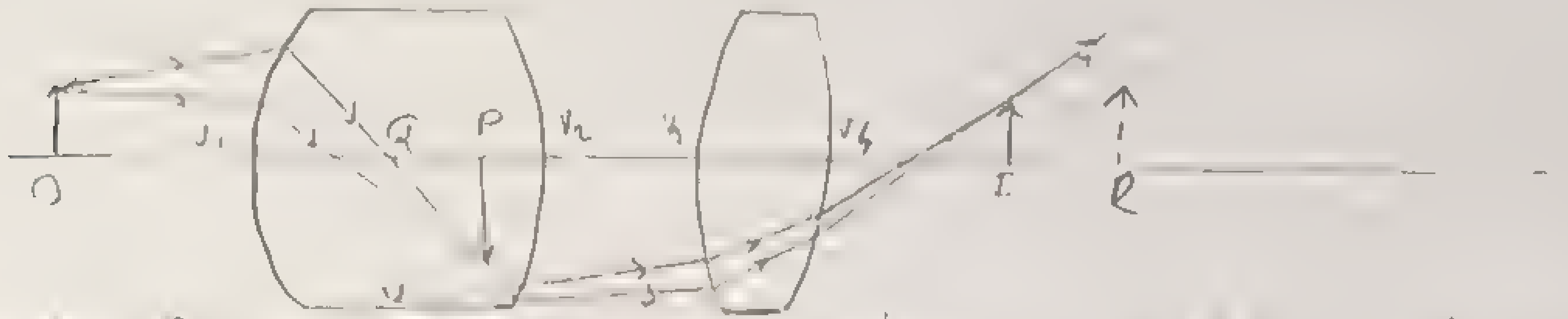
[illegible] 24 U'da ampulün [illegible] $10 = 24^2/R \Rightarrow 57,6\ \Omega$ Devreden geçen akım aynı olduğundan $\frac{24}{[illegible]} = \frac{V_{AIA}}{100} \Rightarrow$ [illegible] $\frac{100 \cdot 24}{57,6} = 83,3$ U olur. Bu durumda [illegible] toplam gerilim $V_T = 24 + 83,3 = 107,3$

DENEYİN ADI: TFK 10 MERCEKLER

DENEYİN AMACI: 1) Yakınsak merceklerin odak uzaklığını ölçmek.
2) Yakınsak [illegible] gerçek görüntüyü gözlemek
3) Mercek formülünü incelemek
4) Bir teleskop yapmak.

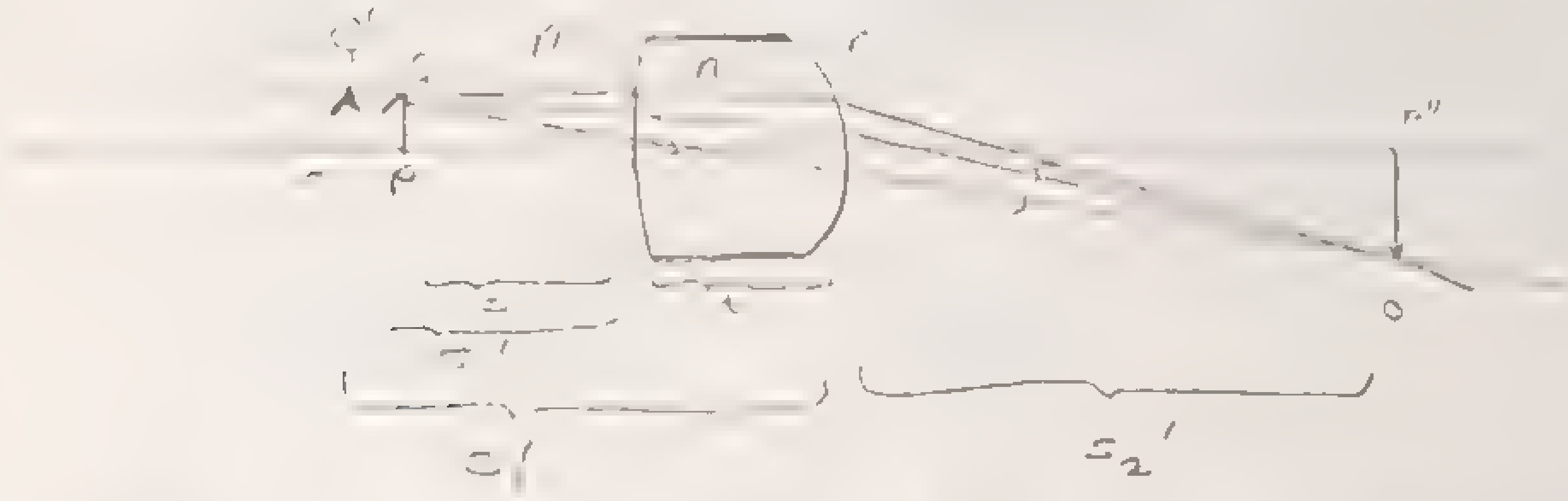
ARAÇLAR: Optik ray, mercek tutacakları, ölçekli tutturucular, küçük ve büyük odak uzaklığından yakınsak mercekler, ışıklı cisim, perde, cetvel

KURAMSAL BİLGİ: Optik sistemlerin çoğu birden fazla yansıtıcı veya kırıcı
① yüzeyler ihtiva ederler iki yüzey tarafından oluşturulan görüntü ikinci yüzey [illegible] cisim rolünü oynar, ikinci yüzeyin [illegible] [illegible]. Bu aşağıdaki bir şekille gösterilmiştir.



[illegible] ışık [illegible] uzantılarının kesiştiği [illegible] B [illegible] bir yüzeye düşürülemez ancak [illegible] görülebilirler.
[illegible] pozitif olması ancak mercek yüzeyinden [illegible] olan [illegible].
[illegible] aynı yönde oluncaya pozitiftir.

② [illegible] da denir.



[illegible] ile kırılır [illegible] birbirinin [illegible] bu yak [illegible]
[illegible] hava alırsa 1. kırılma için;

$$\frac{1}{s_1} + \frac{n}{s_1'} = \frac{n-1}{R_1}$$

İkinci kırılma için,

$$\frac{n}{s_2} + \frac{1}{s_2'} = \frac{1-n}{R_2}$$ bu 2 eşitliği $s_2 = -s_1'$ kabul edip toplarsak,

$\frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_2'} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$ olur. İnce kenarlı mercek için s_1 cisim uzaklığı s_2' de görüntü uzaklığı olduğundan

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$ olur. Bilinen işaret kabulleri bu denkleme uygulanır.

Bir [illegible] kenarlı merceğin odak uzaklığı [illegible] şekilde [illegible] edilir:

① Merceğin [illegible] bölümün ve [illegible] odak noktaları [illegible] uzaklığıdır.

② [illegible] de bulunan bir cisim noktasının görüntüsünün mercekten olan uzaklıkları s veya s' 'yü [illegible]

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$ yazarız

[illegible]

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$ bulunur bu genel mercek denklemidir.

[illegible] büyütmesi $m = \left(\frac{1 \cdot s_1'}{n s_1}\right) \cdot \left(- \frac{n s_2'}{1 \cdot s_2}\right) = - \frac{s'}{s}$ dır.

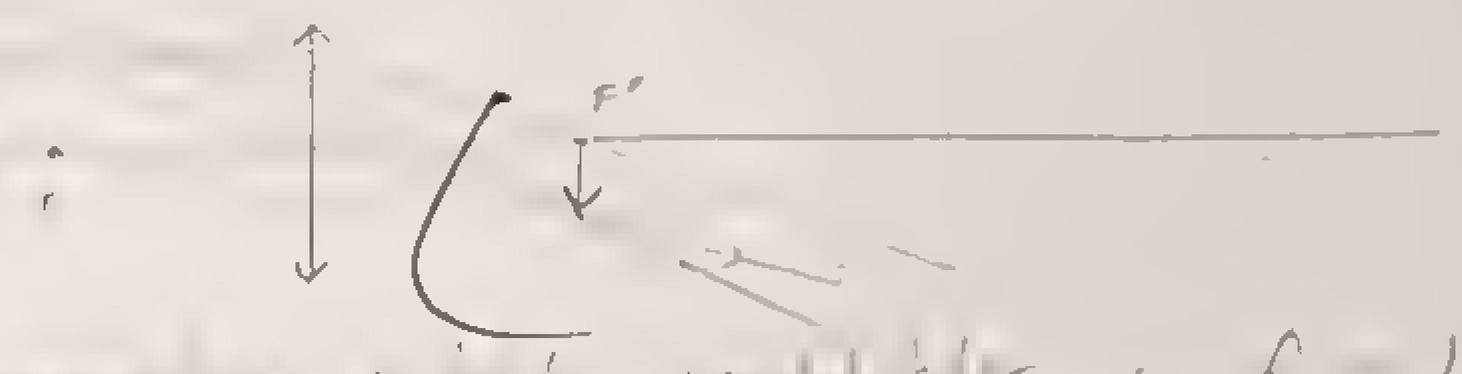
③ [illegible] gelen ışın [illegible] yakın [illegible] ıraksak mercekle ise ikinci odaktan geliyormuş gibi [illegible].

[illegible] gelen ışın [illegible] mercekle merkez ışının [illegible] paralel kabul edilebilir [illegible] bir ışın [illegible] doğrultmayıp bir [illegible] edilebilir.

c) Birinci odak doğrultusunda gelen ışın eksene paralel olarak kırılır.

[illegible] Odak Uzaklığı

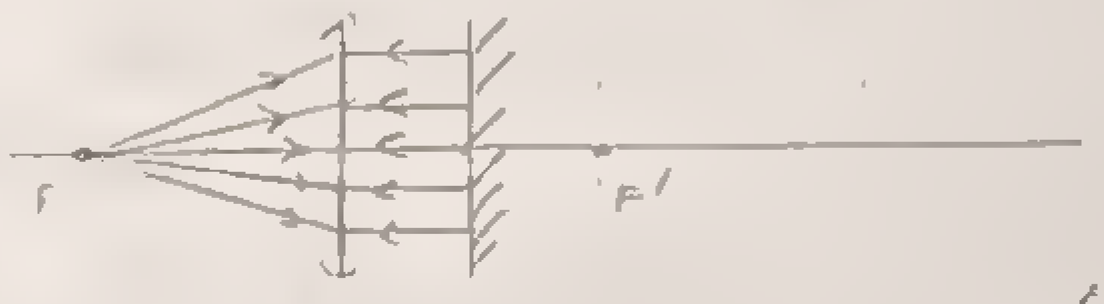
[illegible] kısmında [illegible]



şeklindedir

[illegible] odak uzaklıkları ; $f_1 = 11,2$ cm $f_2 = 34,0$ cm.

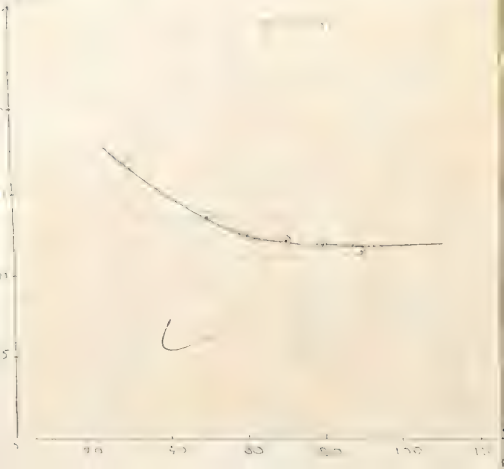
[illegible] kısmında kendiliğinden paralellik [illegible] kullandık; bunu şematik olarak gösterirsek;

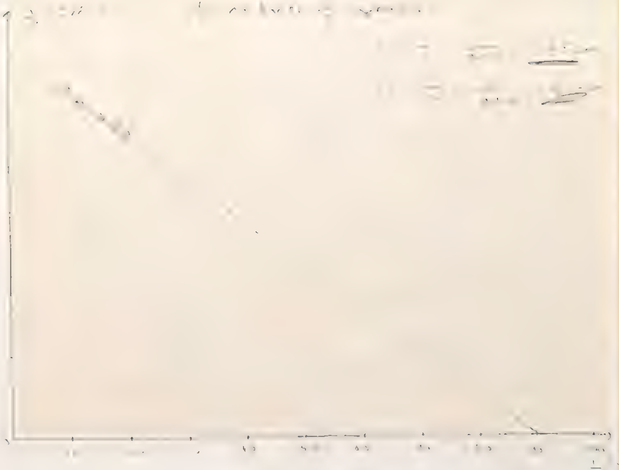


şeklindedir.

[illegible] odak uzaklıkları; $f_1 = 10,4$ cm $f_2 = 33,6$ cm

[illegible] ters, gerçek ve aynı büyüklükte [illegible]





KESIM II · [illegible]

h([illegible]) = 3,3 cm

Cismin uzaklığı (cm)	[illegible] (cm)	boyu h' (cm)	[illegible] s'/s	h'/h	1/s (cm⁻¹)	1/s' (cm⁻¹)
50,0	13,6	1,15	0,27	0,35	0,020	0,074
60,0	12,9	0,9	0,22	0,27	0,016	0,077
70,0	12,3	0,75	0,18	0,23	0,014	0,080
80,0	11,9	0,7	0,15	0,21	0,0125	0,083
100,0	11,6	0,6	0,12	0,18	0,010	0,086

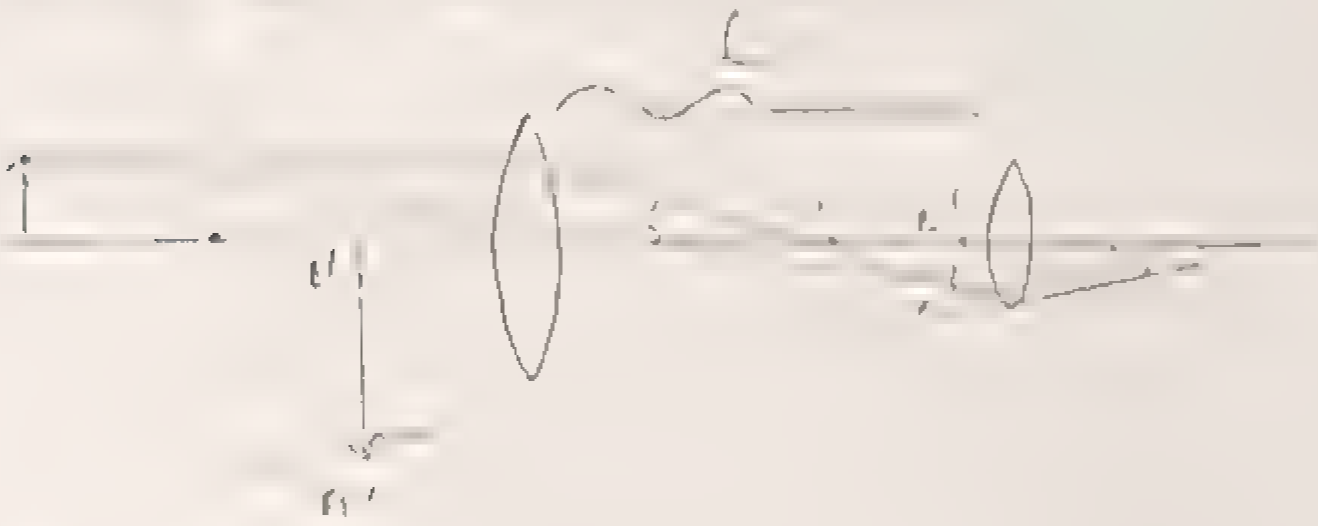
[illegible] önce s ve karşı s''nün daha sonra 1/s ye karşı 1/s' [illegible] grafi[illegible]

[illegible] grafikte doğru çıktığını gördük. Bu grafiğin eksenle [illegible]

[illegible] noktası; $x = 90{,}0 \cdot 10^{-3}$ cm $\quad f = \frac{1}{x} = 11{,}1$ cm.

" " " ; $y = 95{,}0\ 10^{-3}$ cm $\quad f = \frac{1}{y} = 10{,}5$ cm.

[illegible] III [illegible] Teleskop



$l \leq f_1 + f_2$

Cevap [illegible]

[illegible] [illegible]den küçültür.

[illegible] pratikte ayna gerçekten uzaklaş- [illegible] ayna üzerine düşmeyecek ve görüntü ~~oluşmayacaktır~~

[illegible] [illegible] yöntemi daha doğrudur.

[illegible]

$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$ [illegible] $s = \infty$ $\quad \frac{1}{s'} + \frac{1}{\infty} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \quad f = s'$

[illegible] $\Rightarrow \frac{1}{\infty} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f} \quad f = s$ olur

[illegible]

[illegible]

[illegible]

8.5.1991

[signature]

DENEYİN ADI: GİRİŞİM VE KIRINIM (FD-11)

DENEYİN AMACI: ① Tek, iki ve çok yarıkta girişim desenlerini incelemek.

② Kırınım ağı kullanarak [illegible] görünür ışık dalgalarının dalga boylarını ölçmek.

[illegible] : [illegible] kristal, lazer, [illegible] [illegible] dalga boyu [illegible] güç kaynakları.

?

[illegible]

1 GİRİŞİM: Bir [illegible] birbiri üzerine [illegible]

2 [illegible] yayılma eğilimidir. ?

3 [illegible] daha üst üste binerse [illegible] toplam yer değiştirme, her bir dalganın tek tek [illegible] toplamına eşittir.

4 [illegible] Dalga cephesinin her noktası, her yöne doğru dalganın yayılma hızı ile ilerleyen küçük şekilde [illegible] dalgacıkların [illegible] dalgacıklara bir teğet [illegible] cephesi [illegible] ile bulunur.

5 [illegible] bir frekans ve dalga boyuna sahip olan dalga [illegible] [illegible]

6 [illegible] Kırınım [illegible] belirli dalga boyunda ışık [illegible] bu [illegible]

[illegible] Bu ışık [illegible] bir dalga [illegible] $\mp 0{,}001$ nm dalga [illegible] bir Uzun ve [illegible] He-Ne ile lazer [illegible] $632{,}8 \mp 0{,}0001$ nm dalga boyuna sahiptir. ?

[illegible]

1 [illegible] inceleyelim.

[illegible] olan iki kaynağımız S_1 ve S_2 [illegible] eşit uzaklıkta olsunlar. [illegible] belirli bir faz ile [illegible]

Simetriden dolayı S_2P_0 ve S_1P_0 uzaklıkları eşit olacağından iki kaynaktan [illegible] dalgalar [illegible] P_0 noktasına gelecektir. Bu nedenle [illegible] değerce her bir dalganın iki katı genliğe sahip olacaktır. P_1'in S_2'den olan uzaklığı S_1'in kinden bir dalga boyu daha fazla olacak şekilde olursa $S_2P_1 - S_1P_1 = \lambda$ olur. S_1'in verilen herhangi bir dalga tepesi S_2'den [illegible] [illegible] bir periyot önce varacaktır. Bu durumda P de iki dalga [illegible] olacaktır. P_2 için bu durum; $S_2P_2 - S_1P_2 = 2\lambda$ dır. Bu tür noktalar için genel denklem; $S_2P - S_1P = n\lambda$ şeklindedir ($n = 0, 1, 2, \ldots$). Genel olarak [illegible] [illegible] girişim denir.

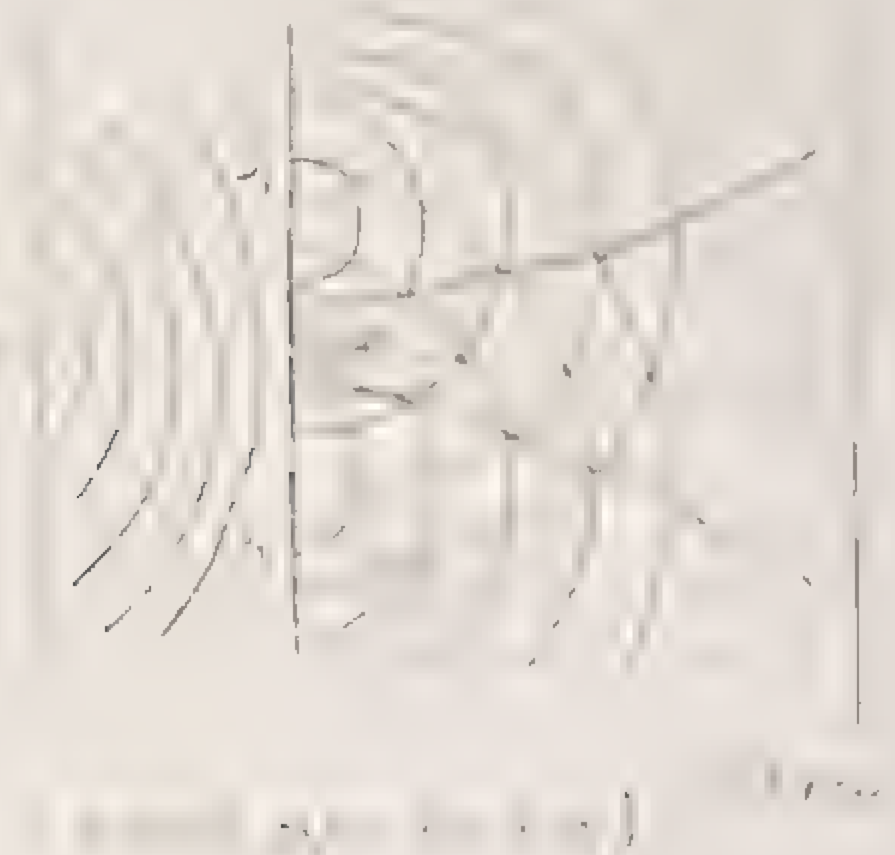
Eğer seçilen noktalar için bu uzaklık farkı ($S_1r - S_2r$) dalga boyunun yarısı kadar [illegible] bu durumda iki noktadan çıkan dalgalar [illegible] yarım periyot farklı olacaklar. Bu durumda bir [illegible] kaynaklardan uzaklığı [illegible] arası uzaklıktan çok büyükse toplam genlik 0 olacak [illegible]

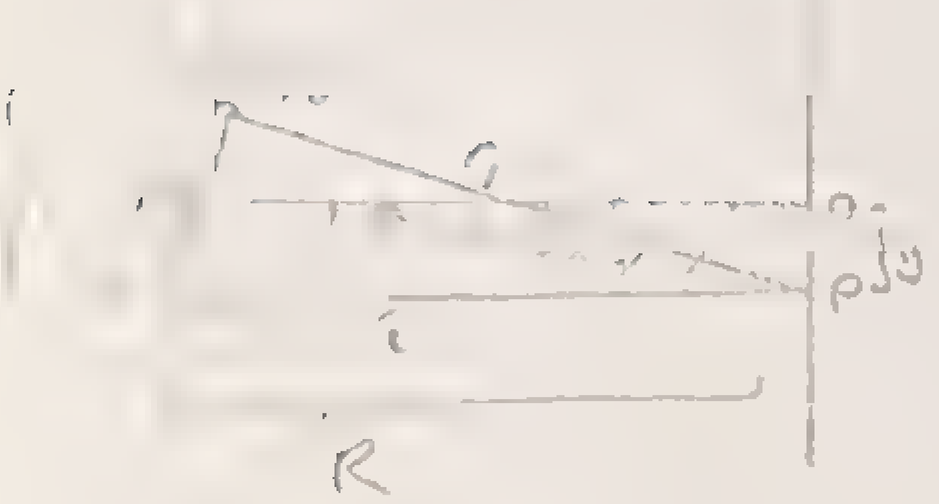
[illegible] formülüne [illegible]

$$[illegible] (m + \frac{1}{2}) \lambda \quad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \ldots)$$

olur.

② İKİ KAYNAKTA GİRİŞİM:





R

[illegible] bir S_0 kaynağından yayılan, monokromatik dalgalar [illegible]

[illegible]

$r_1 - r_2 = d \sin\theta$ [illegible]

[illegible]

[illegible]

Eğer $d \sin\theta = m\lambda$ ise P'de bir aydınlık [illegible]

$d \sin\theta = (m + \frac{1}{2})\lambda$ ise P'de bir karanlık saçak oluşur.

Bu durum için incelemelerimizi sürdürelim [illegible] aydınlık [illegible] merkezden uzaklığı olsun ($\theta = 0$ için [illegible])

$y_m = R \tan\theta_m$ olur.

[illegible]

$y_m << R$ olduğundan

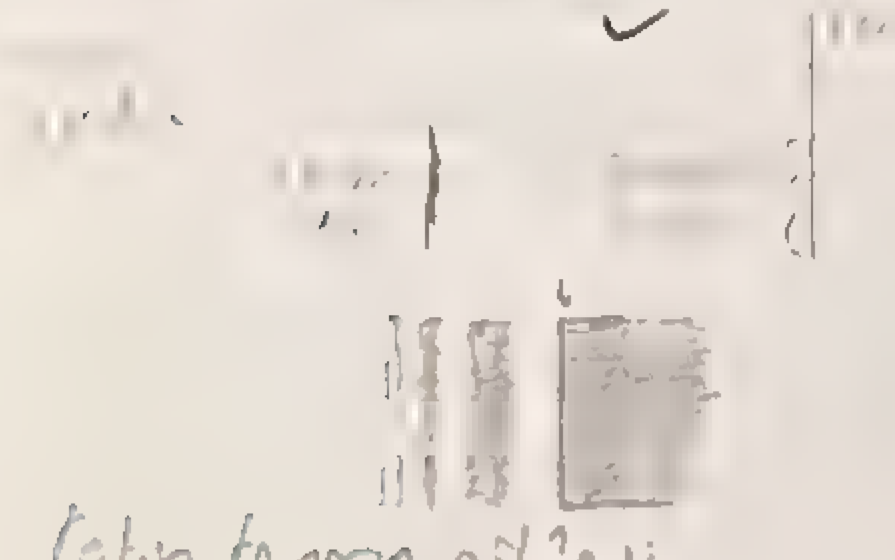
$y_m = R \sin\theta_m$ alınabilir.

[illegible] $y_m = R \frac{m\lambda}{d} \Rightarrow \lambda = \frac{y_m d}{mR}$

[illegible] herhangi bir ışığın [illegible]

[illegible] $\Delta x = \frac{\lambda}{d} R$

③ [illegible] ekrandan geometrik bölgesinin gölgesinde [illegible] aydınlık ve karanlık saçaklar oluşur.



Işığın kenarın gölgesi

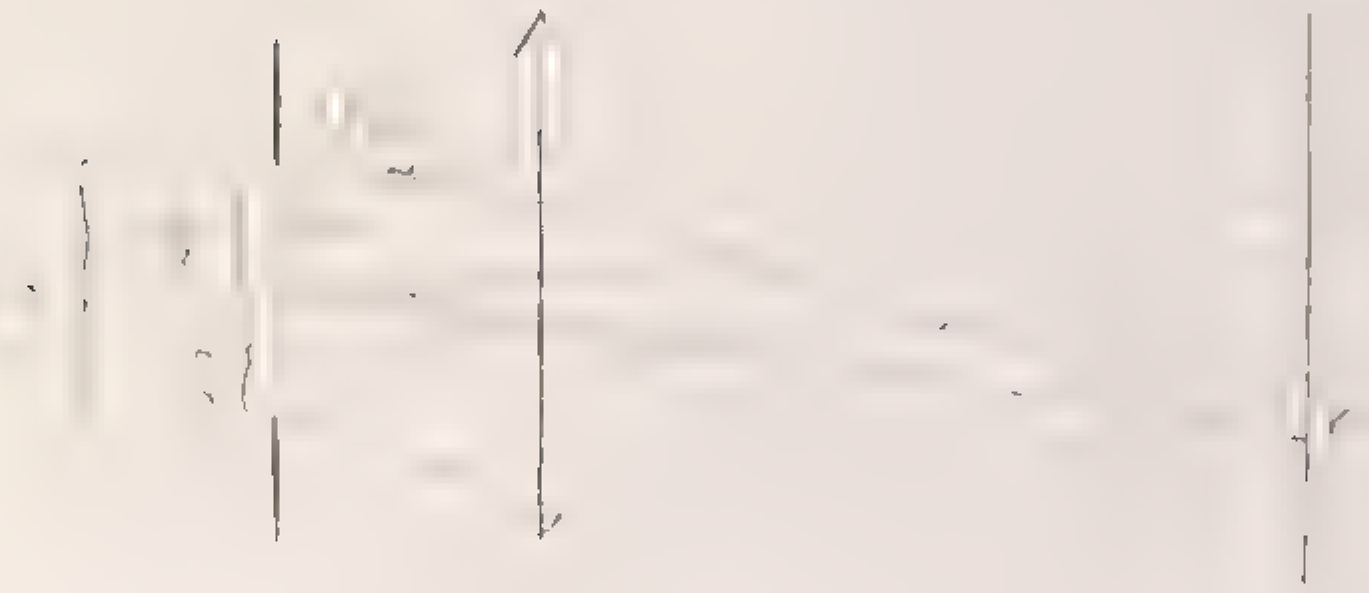
[illegible]

[illegible] bir yarıktan [illegible] bir [illegible] kırınımın [illegible] bir [illegible] göre bak.

Ekranda bir P noktası alalım. Bu noktaya ulaşan ışık [illegible] dalga yüzeyi üzerinde alınan [illegible] dalgacıkların [illegible] dalgalarla toplama [illegible] hesaplanmıştır. [illegible] yarıklık [illegible] ve esas ışık doğrultusun [illegible] olmuşundan ötürü [illegible] ışınların P noktasındaki [illegible] ve fazları [illegible] olacaktır.

[illegible] veya [illegible] olduğundan [illegible] veya [illegible]

[illegible] bir mercek [illegible] mekled [illegible] oluşacak kırınım saçakları [illegible] lemin de oluşur.



[illegible]

[illegible] $\frac{d}{2}$ [illegible]

$\frac{a}{2}$ [illegible] $\frac{\lambda}{2}$ [illegible]

şartını sağlayan yerlerde [illegible] lık saçak oluşur.

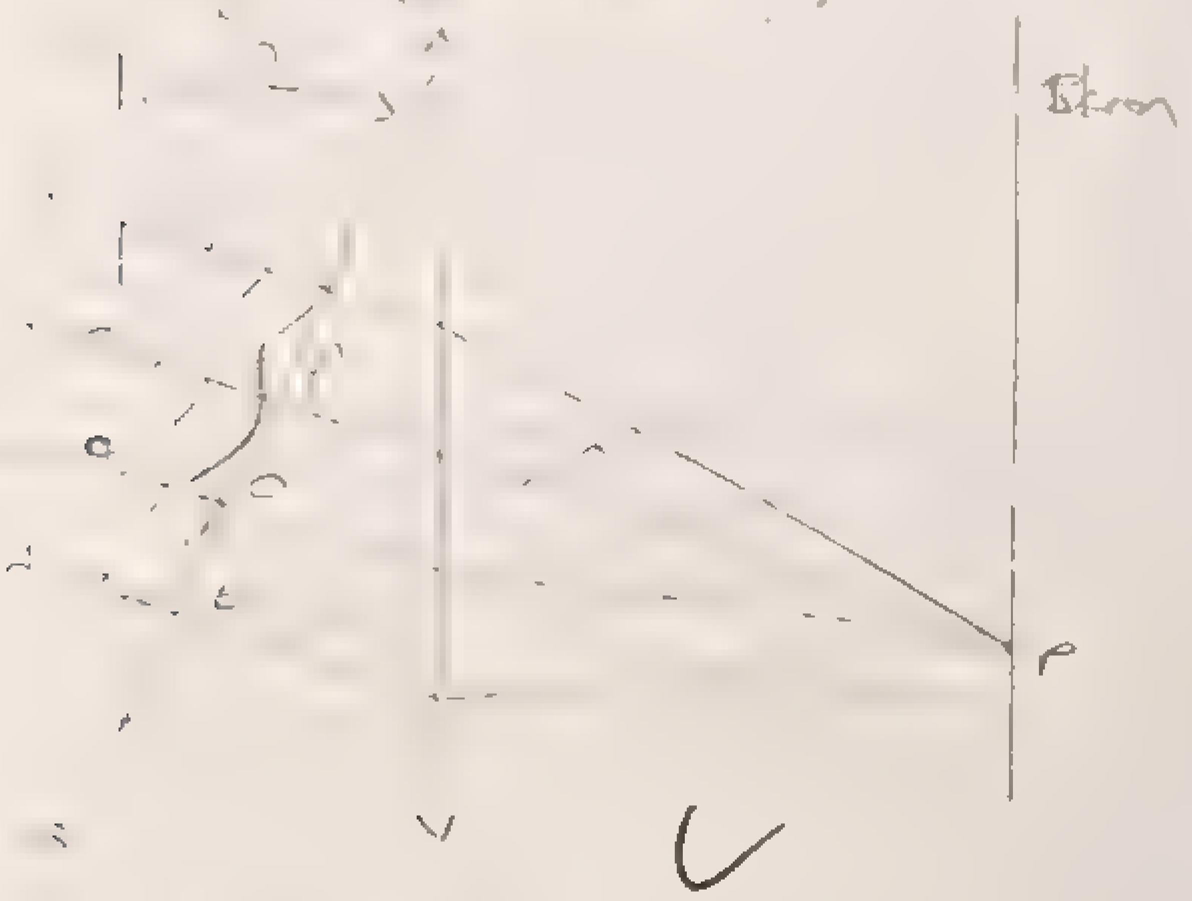
[illegible] oluşan ilk karanlık saçaklardan birine ait [illegible] merkez şeridin [illegible] gen[illegible] Bu genişlik λ ile doğru, d ile ters orantılı [illegible]

$\lambda = d$ olma[illegible] bir [illegible]

[illegible]

[illegible]

Çok sayıda yarıktan oluşan [illegible] oluşur. Bu tip ağlarda yarıklar bir birlerine yakın [illegible] yayılan ışınların birbiri [illegible] yapmaları sağlanır.



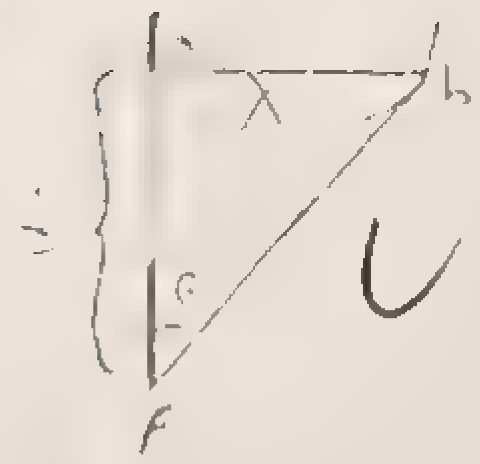
Şekil [illegible] λ [illegible] çizildiğini [illegible] Bu durumda [illegible] 2λ, [illegible] 3λ [illegible]

[illegible] normal [illegible] de meydana gelir. Merkez saçak [illegible] farkı 0'dır.

Parlak saçak için [illegible] λ ise [illegible]

$ab = m\lambda$ olur. $(m = 0, \mp 1, \mp 2, ...)$

AbA üçgeninden

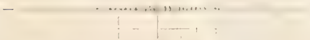


$$\sin\theta = m\frac{\lambda}{a}$$ bağıntısı [illegible]

Buradan d'nin ve θ'nın bilinmesiyle λ hesaplanabilir.

a) En geniş durum.

b) 0,5 mm



c) 0,3 mm

d) 0,2 mm

e) 0,1 mm

f) En dar durum

λ=d

① Çift Yarıkta Girişim

② Üç Yarıkta Girişim

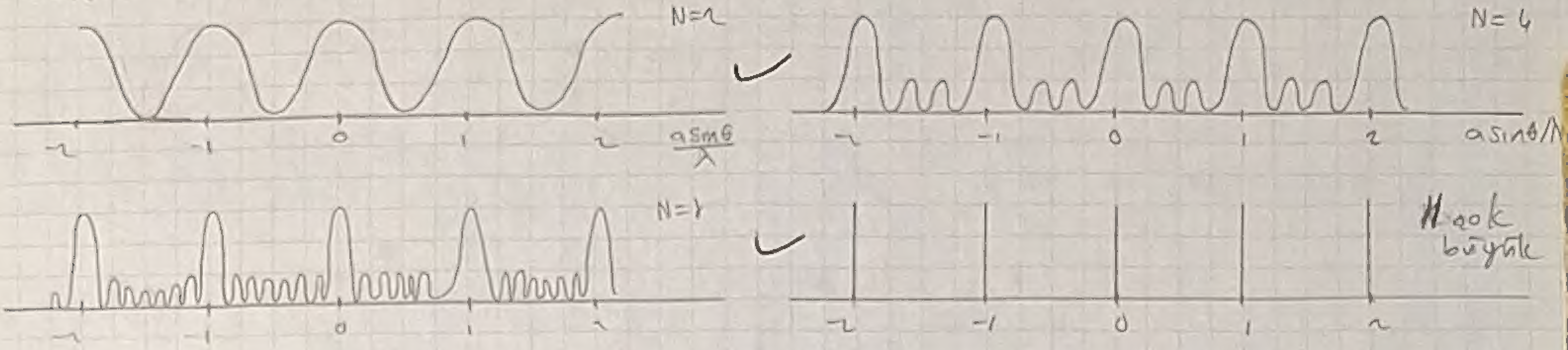
③ 4 Yarıkta Girişim

④ 5 Yarıkta Girişim

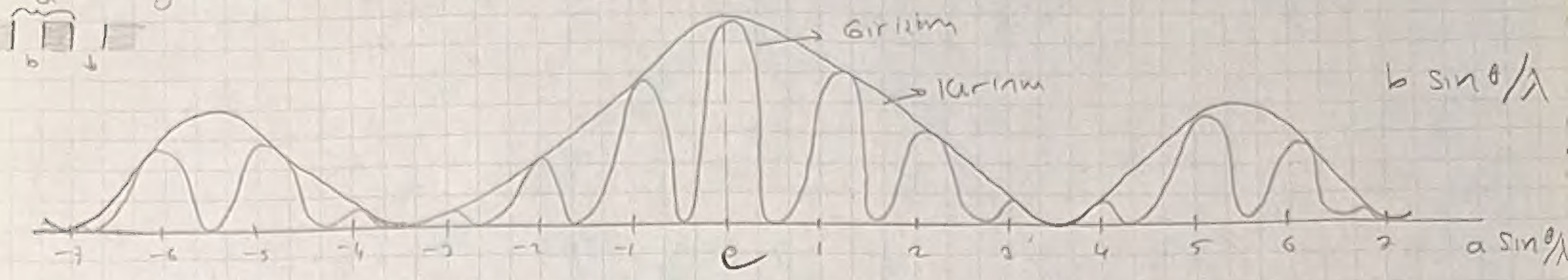
[illegible] genişliği [illegible] ik bölge [illegible] merkez şeridin 180° [illegible] görülür.

2 [illegible] tam bir saçağın [illegible] birbirine çok yakın [illegible]

Kaynak sayısı 2, 4, 8 ve çok fazla olan düzeneklerde oluşan girişim şiddeti:



2 yarıkta şiddet dağılımı;



Kaynaklar: ① Modern Üniversite Fiziği; 3. cilt, Richards, Sears, Wehr, Zemansky; 1982, 76-95
② University Physics, 7. baskı; Sears, Zemansky, Young; 912-933
③ Fundamentals of Physics, Halliday, Resnick; 2. baskı; 722-762.
④ Physics, Alonso, Finn; 1. baskı, 675. ve 704. sayfalar

KESİM I. Değişik Yarıklarda Girişim ve Kırınım:

Tek yarığın değişik genişlik değerlerinde ve değişik yarık sayılarında girişim deneylerini gözlemledik.

KESİM II: Kırınım Ağı

a uzunluğu = 78,4 cm.

He Tüpü Verileri: a uzunluğu = 78,4 cm.
λ dalgaboyu = 587,6 nm
b uzunluğu = 55 cm.

Buradan $\sin\theta = \dfrac{\frac{1}{2}b}{\sqrt{a^2+(\frac{1}{2}b)^2}}$ formülünden $\sin\theta = \dfrac{\frac{1}{2}\cdot 55}{\sqrt{78,4^2+(\frac{1}{2}\cdot 55)^2}} = 0,33$

$$d = n\left(\frac{\lambda}{\sin\theta}\right) = 1 \cdot \frac{587,6\cdot 10^{-7}}{0,33} = 1780\ \text{nm}.$$

$\frac{1}{d}$ bize cm'deki yarık sayısını verecektir. $\frac{1}{d} = \frac{1}{1780\cdot 10^{-7}} = 5620$ yarık olur.

Şimdi Helyum tüpü için çizgi spektrumunu inceleyelim. Bu incelemenin sonucunda bulunan veriler şunlar oldu.

Hg için;

Renk	b (cm)	b/2 (cm)	Sin θ	λ=d Sin θ (Å)
Sarı	53,7	26,6	0,32	5696
Yeşil	50,0	25,0	0,30	5340
Mor	39,0	19,5	0,24	4272

$1 \text{Å} = 10^{-8}$ m

$$\sin\theta_{(sarı)} = \frac{\frac{1}{2}b}{\sqrt{a^2+(\frac{b}{2})^2}} = \frac{26,6}{82,78} = 0,32$$

$$\sin\theta_{(yeşil)} = \frac{25,0}{82,29} = 0,30$$

$$\sin\theta_{(mor)} = \frac{19,5}{80,79} = 0,24$$ olur.

Hg'için verilen kitap değerleri;
sarı için 5770 – 5790 Å
yeşil için 5461 Å
mor için 4078 – 4047 Å idi.

Bizim bulduğumuz değerler ise;

$\lambda_{sarı} = 17800 \cdot 0,32 = 5696$ Å

$\lambda_{yeşil} = 17800 \cdot 0,30 = 5340$ Å

$\lambda_{mor} = 17800 \cdot 0,24 = 4272$ Å

Deneydeki hata sınırları göz önüne alındığında bulunan sonuçlar orjinal değerlerle aynıdır.

H_2 için;

Renk	b (cm)	b/2 (cm)	Sin θ	λ=d Sin θ (Å)
Kırmızı	61,0	30,5	0,36	6408
Yeşil	50,0	25,0	0,30	5340

$$\sin\theta_{(kırmızı)} = \frac{\frac{1}{2}b}{\sqrt{a^2+(\frac{b}{2})^2}} = \frac{30,5}{84,12} = 0,36$$

$$\sin\theta_{(yeşil)} = \frac{25,0}{82,29} = 0,30$$

Buradan dalga boyu hesaplamalarına geçersek;

$\lambda_{(kırmızı)} = d \sin\theta_{(kırmızı)} = 17800 \cdot 0,36 = 6408$ Å

$\lambda_{(yeşil)} = d \sin\theta_{(yeşil)} = 17800 \cdot 0,30 = 5340$ Å

Kırmızı ışık 6300 ila 7000 Å, yeşil ışık ise 4800 ila 5300 Å* arasında bir dalga boyuna sahiptir. Bu değerlerde hata oranları göz önüne alındığında bulduğumuz sonuçlarla uyuşmaktadır.

* University Physics; Sears Zemansky, Young, 7. baskı, 827. sayfa

SONUÇ: Yaptığımız deney sonucunda Hg deşarj tüpünde, sarı ışığın dalga boyunu 5696 Å, yeşilinkini 5340 Å ve morunkini 4292 Å olarak bulduk. Yine Hg için çizgi spektrumu gözlemledik.

H_2 deşarj tüpüyle yaptığımız deneyde band spektrumu gözlerken kırmızı ışığın dalga boyunu 6408 Å ve yeşilinkini 5340 Å olarak bulduk. ✓

Cevaplar:

① Yarık sayısının artışıyla birlikte her yarık ekran üzerinde kendi girişim desenini oluşturur. Ama bunlar arasında belirli bir aralık olduğundan bunların oluşturduğu aydınlık ve karanlık saçaklar çakışacak ve bazı yerlerde birbirlerini söndüreceklerdir. Böylece normalde tamamıyla aydınlık görmemiz gereken bölgeler de karanlık bölgelere rastlayacağız. ✓

② Yarıkların genişliğinin film ile perde arasındaki uzaklıktan çok küçük olması gerekir.

③ Sabun köpüğü üzerinde oluşan kırınımı örnek verebiliriz. Yine gözlerimizi kısıp ışığa baktığımızda kırınım olayını görebiliriz. ✓

II. Kesim

① Kırmızı renk en büyük kırınıma uğrar. ✓

② Aşağıdaki birim boyunca düşen çizgi sayısı iki katına çıkarsa yarıklar arası uzaklık $\frac{d}{2}$ olur.

$$\sin\theta = \frac{2\lambda}{d}$$

ilk durum $\sin\theta = \frac{\lambda}{d} = \frac{\frac{b}{2}}{\sqrt{a^2+(\frac{b}{2})^2}}$

son durum $\sin\theta = \frac{\lambda}{d} = \frac{2\lambda}{d} = \frac{\frac{x}{2}}{\sqrt{a^2+(\frac{x}{2})^2}}$

taraf tarafa bölersek;

$$\frac{1}{2} = \frac{\frac{b}{2}}{\sqrt{a^2+(\frac{b}{2})^2}} \cdot \frac{\sqrt{a^2+(\frac{x}{2})^2}}{\frac{x}{2}} = \frac{b}{x}\sqrt{\frac{a^2+\frac{x^2}{4}}{a^2+\frac{b^2}{4}}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{b}{x}\sqrt{\frac{4a^2+x^2}{4a^2+b^2}} \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{b^2}{x^2}\left(\frac{4a^2+x^2}{4a^2+b^2}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{b^2}{x^2}\left(\frac{4a^2+x^2}{4a^2+b^2}\right)$$

$$\frac{1}{4} = \frac{4a^2b^2+b^2x^2}{4a^2x^2+b^2x^2}$$ olur $a=1$ alalım

$$\frac{1}{4} = \frac{4b^2+b^2x^2}{4x^2+b^2x^2}$$

$$\Rightarrow 4x^2+b^2x^2 = 16b^2+4b^2x^2$$

$$4x^2-3b^2x^2 = 16b^2$$

$$x^2 = \frac{16b^2}{4-3b^2} \Rightarrow x = \frac{4b}{\sqrt{4-3b^2}}$$

kırmızı merkezleri

③ n spektrometrede merkezden sonraki görülen renk gruplarından merkezden sonra kaçıncı renk grubuna ait olduğunu gösterir.

$\frac{\lambda}{d} \cdot n$ maksimum 1 olacak şekilde değerler alabilir. ✓

Soru: Deşarj tüpü nasıl çalışır?

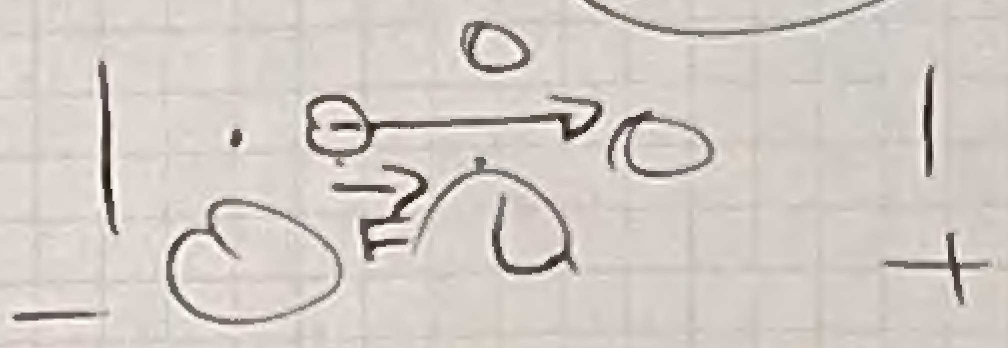
Tüp içinde serbest halde bulunan veya uzaydan gelen kozmik ışınlar (ışık) ile atomdan ayrılan elektronlar uygulanan potansiyel farkı altında qV kinetik enerjisiyle hareket ederlerken tüpteki atomlara çarparak atomdaki e^-lara belirli bir enerji verirler. Bu enerjiyle bir üst enerji düzeyine geçen e^-lar yeniden eski enerji konumuna geçerken $h\nu$ enerjili ışık yayarlar. ✓

Soru: Neden moleküler maddelerde bant spektrumu görürüz?

Molekül halindeki atomların her biri ayrı ayrı çizgi spektrumuna sahiptirler. Ancak bunlar titreşim, öteleme hareketleri nedeniyle bu spektrumdaki renklerin yeri değiştiğinden bu tür özellik gösterirler. ✓

Titreşim hareketi sonucu oluşan band spektrumu ✓

$eV = \frac{1}{2}mv^2$



Turan Özbey
mayıs 1991